

بازینه
موسسه فرهنگی انتشاراتی

اصول گوهرشناسی

تعیین هویت سنگ‌های جواهر



اقتباس و ترجمه: طاهر حسینی

اصول گوهرشناسی و تعیین هویت سنگ‌های جواهر

تدوین و ترجمه:
مهندس طاهر حسینی



پازینه یادآور پاکی هاست



موسسه فرهنگی انتشاراتی پازینه

میدان انقلاب، اول خیابان کارگر جنوبی، بن بست گشتاسب، شماره ۴ طبقه همکف

تلفکس: ۶۶۹۶۱۵۲۲ و ۷-۶۶۹۷۵۲۴۶ تلفن همراه: ۰۹۱۲-۱۰۵۴۰۹۸

www.pazinehpress.ir

چاپ اول: ۱۳۹۱

نام کتاب : اصول گوهرشناسی و تعیین هویت سنگ‌های جواهر

تدوین و ترجمه: مهندس طاهر حسینی

لیتوگرافی، چاپ وصحافی: فارابی

قی



شابک: ۹۷۸-

سرشناسه: حسینی، طاهر، ۱۳۵۹ -، گردآورنده، مترجم

عنوان و نام پدیدآور: اصول گوهرشناسی و تعیین هویت سنگ‌های جواهر / تدوین و ترجمه طاهر حسینی.

مشخصات نشر: تهران، پازینه، ۱۳۹۰

مشخصات ظاهری: ۲۹۸ ص.: مصور(رنگی)، جدول.

شابک: ۲۵۰۰۰۰ ریال: ۹۷۸-۶۰۰-۱۸۰-۰۱۹-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: فارسی-انگلیسی.

موضوع: گوهرتراشی، سنگ‌های قیمتی

رده بندی کنگره: TS ۷۵۲/ح۵الف۶ ۱۳۹۰

رده بندی دیویی: ۵۵۳/۸

شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۹۴۱۹۶

مقدمه

شناخت گوهرها و استخراج آنهابه دلایل مختلف، از دیر باز مورد توجه انسان بوده است.ایران عزیز ما نیز در گذشته از این امر مستثني نبوده و مطالعات تاریخی و حتی ادبی این مرز و بوم نشان می دهد که پیشینیان ما براي این علم اهمیت قائل بوده اند و ازآن آگاهی داشتند.کتابهاي ارزشمندي که از دانشمنداني چون ابوریحان بیرونی به جا مانده، همه دلیل این مدعی است.متاسفانه با توجه به پیشینه کشورمان در دوره های اخیر علم گوهرشناسی در این مرز و بوم کمتر مورد توجه مسئولین بوده است گرچه در چند سال اخیر کارهایی صورت پذیرفته ولیکن هنوز راه درازی تا رسیدن به جایگاهی که بایسته و شایسته ایرانمان است در پیش داریم.
بد نیست که بدانید میزان اشتغال و سود آوری و ارزآوری این رشته بمراتب از برخی از صنایع معروف ایرانی از جمله صنعت فرش نه تنها بالاتراست بلکه قابل قیاس هم نیست، لذا با توجه مسئولین و با توجه به بهره مندی کشورمان از منابع ارزشمند داخلی و با لحاظ منابع کشورهای همسایه می توان ایران را به مرکز تراش - فرآوری و تجارت سنگهای رنگی در خاورمیانه تبدیل کرد.
کتابی را که پیش رو دارید نتیجه تحقیقات اینجانب در طی دوره آموزشی و پس از آن به مدت بیش ازدو سال می باشد. در این کتاب سعی شده است مطالب با کمک تصاویر متعدد به گونه ای شرح داده شود که هم آموزش و هم یادگیری آسانتر شود.
در پایان امیدوارم این کتاب بتواند سهمی هرچند کوچک در جهت آموزش علم گوهرشناسی دراین سرزمین آریایی داشته باشد و نیز خواهشمندم در صورت داشتن هرگونه نظر و انتقادی نسبت به این کتاب آنرا به نشانی الکترونیکی ketab-e-Taher @ yahoo.com ارسال نمائید.

طاهر حسینی

۱۳۹۰/۵/۷

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم و استاد گرانقدرم سرکار خانم جواهریان
که این کتاب در واقع حاصل زحمات ایشان است.

فهرست مطالب

نور

ناپاکیها و بهبود کیفیت

روشهای تولید گوهرهای سینتتیک

بررسی الماس

اطلاعات گوهرها

گوهرها کجا شکل می گیرند؟

گوهرها در محیط های مختلف زمین شکل می گیرند که رایج ترین و مهمترین محیط های شکل گیری آنها را بررسی خواهیم کرد.
تقریبا همه گوهرها زیر سطح زمین شکل می گیرند.
تعدادی ازآنها توسط معدنکاری به سطح زمین آورده می شود.
تعدادی ازآنها توسط فرایندهای زمینی مانند گسلش-چین خوردگی و آتشفشانی به سطح زمین آورده می شود.این فرایندها می توانند سنگها را از ۴۰۰ کیلومتر زیر سطح زمین به بالا بیاورند.

محیط های شکل گیری:

۱- شکل گیری از آبهای نزدیک سطح زمین(Formation from water near the Earth's (surface

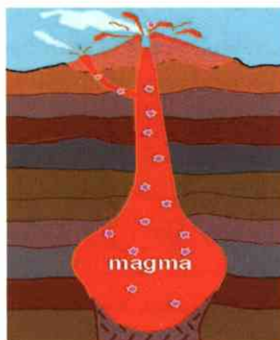
آب نزدیک سطح زمین با مواد معدنی ترکیب می شود و آنها را حل می کند.توانایی این محلولها در نگهداری عوامل متشکله ، با توجه به شرایط فیزیکی تغییر می کند.اگر شرایط محلول تغییر کند(برای مثال اگر محلول سرد یا تبخیر شود.)مواد معدنی ته نشین خواهد شد. مشهورترین فرایند ، شکل گیری کریستالهای نمک از آب دریا توسط تبخیر است.
نوع ماده معدنی که شکل می گیرد به مواد حل شده در محلول بستگی دارد.اگر آب با سنگهای غنی از سیلیس یا ماسه ترکیب شود مواد معدنی غنی از سیلیس شکل می گیرد.
مواد معدنی بر پایه سیلیس : آمیتیست(کوارتز) ، عقیق و شکل گیری اپال که البته اپال یک ماده غیرکریستالین و آمورف است .
اگرآب با سنگهای غنی از مس ترکیب شود مواد معدنی غنی از مس شکل خواهند گرفت:
فیروزه ،مالاکیت و آزوریت.



تصویر بالا شکل گیری فیروزه ، عقیق ، آمیتیست ، مالاکیت ، اپال و آزوریت را نشان می دهد.به اهمیت دوره های مرطوب متناوب توجه کنید(وقتی محلولها رقیق می شوند و می توانند مقادیر زیاد سیلیس و یا مس و... را حل کنند) و دوره های خشک(وقتی محلولها تبخیر می شوند و مواد معدنی ته نشین می شوند.)

۲- گوهرهای ماگماتیک(Magmatic gems)

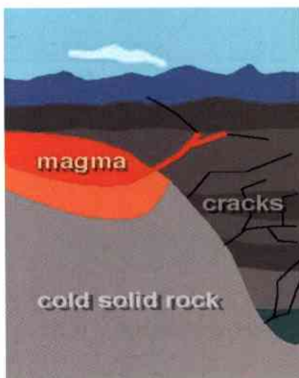
این سنگها از ماده گداخته ای که منشاء درونی دارد و ماگما نامیده می شود تشکیل شده اند. ماگما از عناصر محلول مانند تشکیل می گردد ، برخی از این عناصر با نزدیک شدن ماگما به سطح زمین بصورت بخار درآمده و پس از جمع شدن زیر پوسته زمین در اثر تراکم ، فشار زیادی تولید می کنند که باعث خرد شدن و پرتاب سنگهای مسدود کننده مجرای خود می شوند. تا زمانیکه ماگما در عمق زمین وجود دارد فشار زیادی را تحمل می کند و از درجه حرارت زیادی نیز برخوردار است ولی در جریان بالا آمدن از درجه حرارت و فشار آن بتدریج کاسته می شود و همین امر باعث می شود که دانه های بلوری بوجود آید.(سنگهای ایجاد شده در این حالت را سنگهای نفوذی یا پلوتونیک ویا سنگهای آذرین درونی می گویند.)
چنانچه جریان بالا آمدن با سرعت زیادی همراه باشد درجه حرارت و فشار آن بلافاصله کاسته می گردد و دیگر فرصت تبلور در سنگ وجود ندارد.(سنگهای ایجاد شده در این حالت را سنگهای خروجی یا آتشفشانی و یا سنگهای آذرین بیرونی می گویند.)



این تصویر شکل گیری کریستالهایی مانند یاقوت ، زیرکن (کریستالهای صورتی) و نیز توپاز را درحفره های باز که توسط گازها ایجاد شدند را نشان می دهد.

۳- پگماتیت(Pegmatite)

پگماتیت ها بدنه های ماگمای غیر معمول اند.
وقتی که بدنه اصلی ماگما سرد می شود آب در غلظتهای پایین داخل صخره های مذاب متمرکز می شود زیرا نمی تواند با اکثر مواد معدنی که کریستالیزه می شوند پیوند برقرار کند. در نتیجه آخرین بخش کریستالیزه نشده غنی از آب است، آن همچنین غنی از دیگر مواد که شبیه به مواد معدنی معمولی نیستند می باشد. وقتی این ماگمای غنی از آب (همچنین غنی از سیلیس و عوامل غیر معمول)از آخرین مرحله کریستالیزاسیون ماگما خارج می شود برای شکل دادن یک پگماتیت جامد می شود.ماگمای غنی از آب این امکان را برای کریستالها فراهم می سازد که به سرعت رشد کنند بنابراین اغلب کریستالهای پگماتیت بزرگ هستند که این امربرای نمونه گوهر مهم است.وقتی ماگمای پگماتیتی غنی از بریلیوم است کریستالهای بریل شکل می گیرند.
اگر ماگماها غنی از برن باشند تورمالین کریستالیزه خواهد شد.



۴- گوهرهای دگرگونی یا متامورفیک(Metamorphic gems)

سنگهای دگرگونی نتیجه تغییر حالت سنگهایی هستند(بویژه رسوبی) که قبلا وجود داشته و سپس تحت تاثیر ماگما قرار گرفته اند. سنگ های دگرگونی که منشاء اولیه آنها سنگهای رسوبی بوده در جلوی آنها کلمه پارا را بکار می برند و سنگ های دگرگونی که منشاء اولیه آنها سنگهای آذرین می باشند پیشوند ارتو خواهند گرفت.
به طور کلی دو نوع دگرگونی وجود دارد.یکی دگرگونی مجاورتی که عبارتست ازقرار گرفتن یک توده نفوذی (عموما گرانیتی) در عمق زمین در داخل سنگهای دیگر و با ضخامت قابل ملاحظه.هاله ای از سنگها که گرداگرد آن قرار می گیرد به طرف بالا درجه پختگی کمتری را دارا می باشد.دیگری دگرگونی ناحیه ای است و دامنه وسعت آن خیلی زیادتر از حالت قبلی بوده و دارای ضخامت زیاد می باشد ، درجه دگرگونی در این حالت از پایین به بالا کمتر می گردد.این نوع دگرگونی در ژرفای زیاد زمین در بزرگ ناودیس ها (محیطهای رسوب گذاری) صورت می گیرد.

در خلال پختگی سنگها و دگرگون شدن آنها که تحت تاثیر حرارت زیاد و فشار قابل ملاحظه صورت می گیرد کانی ها از هم جدا گشته و گروههای جدیدی از کانی شروع به تشکیل شده و تبلور می نمایند که نهایتا این دسته از کانی های جدید را کانی های دگرگونی می نامند.
کانی های سنگهای دگرگونی را می توان به دو دسته مهم تقسیم کرد:
۱- تعدادی از این کانی ها را کانی های ماگمایی می گویند مانند فلدسپات ها، زیرکن، کردیریت، تورمالین، توپاز و غیره که در خلال دگرگونی بوجود می آیند.
۲- دسته دیگر در حالت دگرگونی مجاورتی سنگهای سیلیکاتی و آرژیلی (رسی و شیست های آرژیلی) بوجود می آیند و کانی های اندالوزیت، سیلیمانیت و غیره تولید می شود.
بطور خلاصه سنگهای متامورفیک سنگهای تغییر کرده توسط دما، فشار و ترکیبی با محلولها هستند.



این تصویر روند اتصال متامورفیزم را نشان می دهد. در این روند مواد معدنی داخل صخره ها در پاسخ به مجاورت به یک بدنه داغ ناخوانده تغییر می کند.برای مثال در یک limestone توسط یک ماگما تغییر در اندازه کریستالی- حجم ماده معدنی و ترکیب شیمیایی (ناشی از محلولهای رها شده ازسرد شدن ماگما)متحمل می شود. این صخره ها حاوی گوهرهایی مانند گارنت هستند.

۵- ته نشینی گرمابی(Hydrothermal)

شکل گیری گوهرها با فرایند گرمابی به شباهت به شکل گیری گوهرها از آبهای نزدیک به سطح زمین نیست.محلولها، آب باران یا آب حاصل از سرد شدن بدنه ماگما را گیر می اندازند و زمانیکه آنها با یک فضای باز مانند شکافها مواجه می شوند رگه های مواد معدنی این شکافها را پر می کنند ودر نهایت گوهرها کریستالیزه می شوند.گوهرهایی مانند بریل و تورمالین به عوامل غیر معمول نیاز دارند و تعدادی از اینها مانند بریلیوم برای بریل یا برن برای تورمالین از سرد شدن ماگما (صخره های مذاب) حاصل می شوند.



۶- گوهرهای شکل گرفته در پوسته(Gems formed in the mantle)

کریستالهای زبرجد(Peridot) داخل ماگما در پوسته بالایی (عمق ۵۵-۲۰ مایلی) شکل می گیرند و توسط فعالیتهای tectonic یا آتشفشانی به سطح آورده می شوند که ما آنها را در صخره های آذرین بیرون آمده پیدا می کنیم.
الماسها خیلی میلیونها سال قبل در عمق بیشتری در داخل پوسته (در عمق یکصد تا دویست کیلومتری زیر سطح زمین) در حداکثر دما و فشار شکل گرفته اند.
فرایند به این شکل است که:
۱-ماگما شامل کریستالهای الماس بصورت ناگهانی و انفجاری یک راه به سطح پیدا می کند.
۲-همچنانکه گدازه بالا می آید برخی از آنها سرد و جامد می شوند و صخره های کیمبرلیت که کریستالهای الماس داخل آن منجمد شدند شکل می گیرند.



کریستال الماس در صخره کیمبرلیت از روسیه (تصویر برگرفته از www.irocks.com) و
کریستالهای زبرجد در بازالتی از آریزونا(تصویر برگرفته از www.mtlilygems.com)

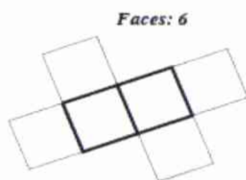
گوهرهای حاصل از ذخیره های رسوبی(Alluvial gem deposits)

بعد از اینکه صخره به سطح آورده شد گوهرها ممکن است توسط هوا زدگی از صخره جدا شوند(تعدادی از مواد معدنی حل می شوند، تعدادی به مواد معدنی رسی تبدیل می شوند و تعدادی بدون تغییر باقی می مانند.) آن تعدادی که بدون تغییر باقی ماندند ممکن است توسط جریان آب شسته شوند که توسط پروسه اقیانوسی /رودخانه ای متمرکز می شوند.
اغلب گوهرهایی که از ذخیره های رسوبی بازیابی شدند به دلیل نورد در اطراف اقیانوسها و رودخانه ها گرد شدند.گوهرها اغلب آن مواد معدنی هستند که در برابر هوازدگی و مواد شیمیایی مقاوم هستند. آنها بطور عادی در بسترهای رودخانه و شنهای ساحلی متمرکز هستند که بعنوان ذخیره های رسوبی شناخته می شوند. گوهرها اغلب در مقایسه با سایر مواد معدنی چگالی بالایی دارند بنابراین آنها به آسانی در قسمتهای فرورفته و گود بسترهای رودخانه گرفتار شدند.این امر باعث می شود که آنها متمرکز شوند و آسانتر معدنکاری شوند. مواد و عناصر با دوام و با ارزش دیگری نیز مانند طلا توسط این پروسه متمرکز می شود.

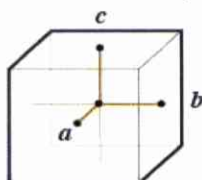
کریستال شناسی

هفت سیستم کریستالی

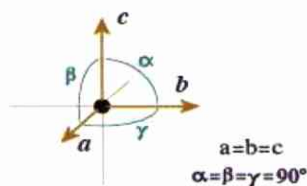
Cubic System



Flat Cubic System

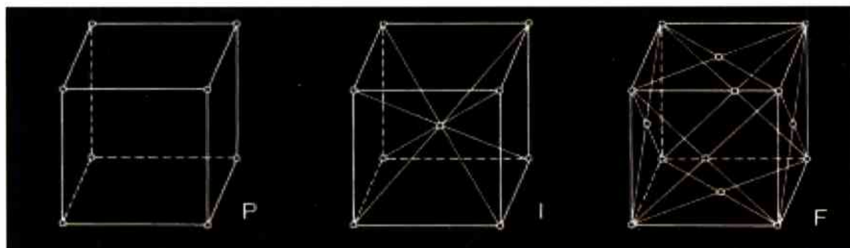


Cube (Isometric) Unit-Cell



Crystallographic Axes

مشخصات سیستم:
۱-سه محور کریستالوگرافیک با اندازه های برابر که با هم زوایای ۹۰ درجه می سازند.
۲-چهار محورتقارن 3-fold یا سه محور تقارن چرخشی 4-fold



این سیستم شامل فرمهای زیبای مکعبی یا شش وجهی- هشت وجهی (octahedra) و دوازده وجهی (dodecahedra) است.گوهرهای شکل گرفته در این سیستم ایزوتروپیک هستند.
گوهرهای الماس، گارنت ،فلوریت ،پیریت و لعل به این سیستم تعلق دارند.



Octahedron

گوهرهای الماس و لعل به این سیستم تعلق دارند.



Cube

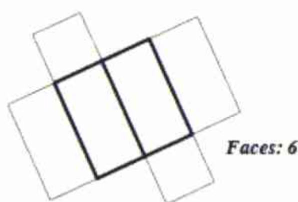
شکل بالا شکل یک پیریت یا طلای ابلهان است.

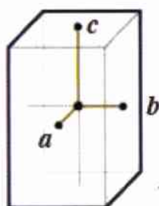


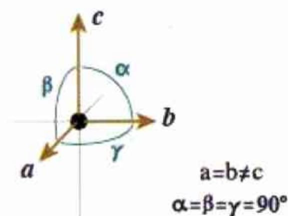
Dodecahedron

شکل بالا متعلق به یک گارنت هفت کیلویی است.

Tetragonal System







Flat Tetragonal System | Tetragonal Unit-Cell | Crystallographic Axes

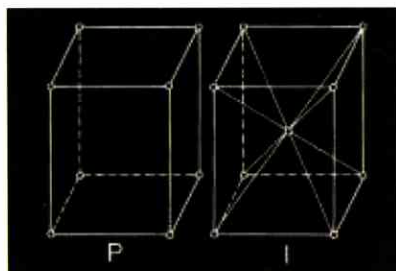
مشخصات سیستم:

۱-سه محور کریستالوگرافیک که با هم زوایای ۹۰ درجه می سازند.

۲-دو محور افقی برابر و یک محور عمودی نابرابر

۳-یک محورتقارن 4-fold (محور c)

۴-کریستالهای این سیستم ممکن است دارای چهار محور چرخشی 2-fold و یک مرکز وارونگی و نیز پنج صفحه آینه ای باشند.آنها ممکن است کوتاه و بلند ، صفحات منشوری یا هرمی باشند اما همه آنها مرکز تقاطع مربعی دارند.نزدیک به ده درصد از مواد معدنی به این سیستم تعلق دارند.
گوهرهای این سیستم خاصیت نوری uniaxial دارند.

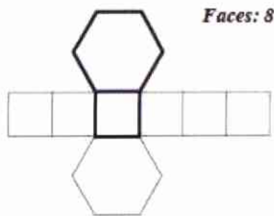


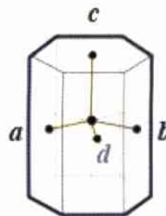
در شکل زیر یک زیرکن نشان داده شده است.

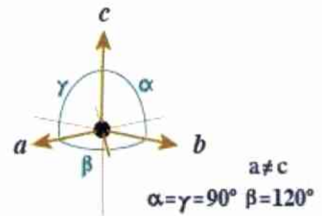




Hexagonal System

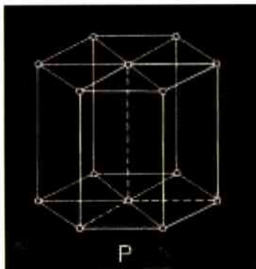






Flat Hexagonal Crystal | Hexagonal Unit-Cell | Crystallographic Axes

مشخصات سیستم:
۱- این بخش یک محور تقارن 6-fold (محور c) دارد و ممکن است دارای شش محور چرخشی 2-fold و یک مرکز تقارن و هفت صفحه آینه ای باشد.
۲-چهار محور کریستالوگرافیک که سه محور طول یکسان دارند.
گوهرهای این سیستم خاصیت نوری uniaxial دارند.Apatite , Beryl به این سیستم تعلق دارند.

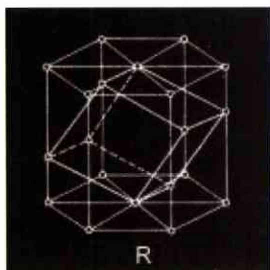


در شکل زیر تصویر یک آکوامارین را می بینید.



Trigonal System

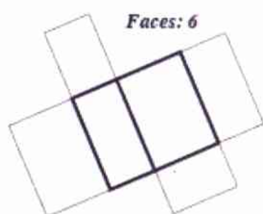
مشخصات سیستم:
۱-این سیستم یک محور تقارن 3-fold(محور c) دارد.این بخش ممکن است دارای سه محور چرخشی 2-fold و یک مرکز تقارن و سه صفحه آینه ای باشد.
۲-چهار محور کریستالوگرافیک که سه محور طول یکسان دارند.

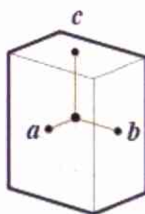


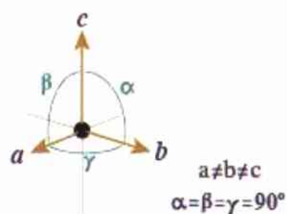
در امریکا این سیستم بعنوان sub-system of the hexagonal شناخته می شود ولی در سایر نقاط جهان یک سیستم مجزا می باشد.کریستالهای این سیستم خاصیت نوری uniaxial دارند.
تورمالین ،کوارتز و یاقوت به این سیستم تعلق دارند.
در زیر تصاویرمربوط به تورمالین را مشاهده می کنید.




Orthorhombic System







Flat Monoclinic System | Orthorhombic Unit-Cell | Crystallographic Axes

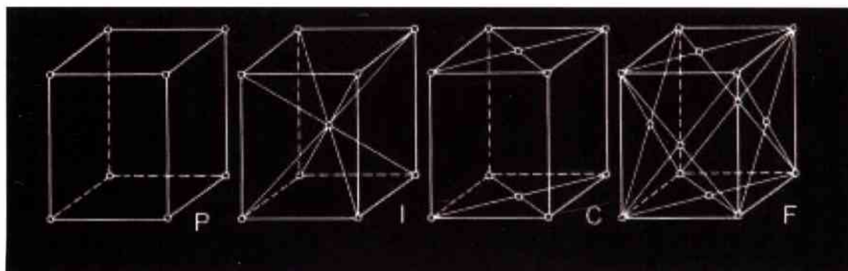
مشخصات سیستم:

۱- سه محور کریستالوگرافیک با اندازه های نابرابر که با هم زاویه ۹۰ درجه می سازند.

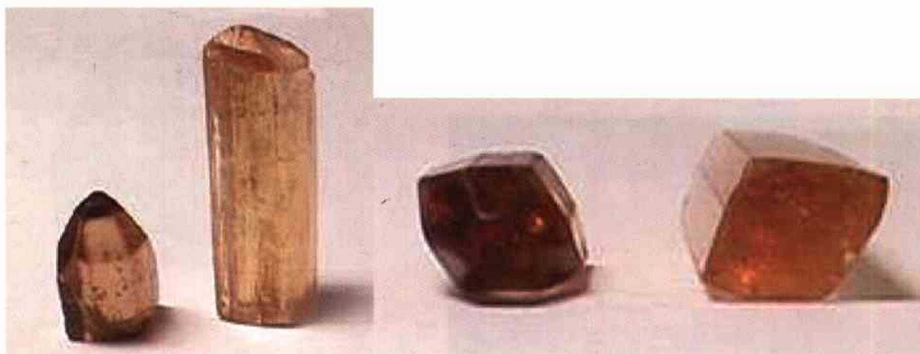
۲-سه محور تقارن 2-fold ویا سه صفحه آینه ای

۳-کریستالهای این سیستم تمایل دارند که prismatic,tabular,acicular habit داشته باشند.

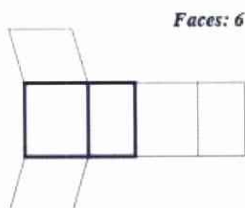
Topaz , Peridot , Tanzanite به این سیستم تعلق دارند و خاصیت نوری biaxial دارند.

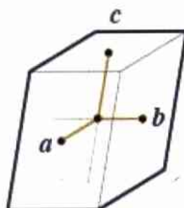


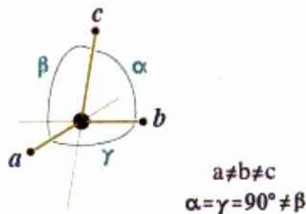
در زیر تصاویر Topaz را مشاهده می کنید.



Monoclinic System







Flat Monoclinic Crystal — Monoclinic Unit-Cell — Crystallographic Axes

مشخصات سیستم:

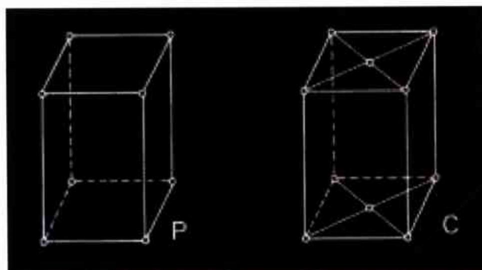
۱-سه محور کریستالوگرافیک با اندازه های نابرابر

۲-یک محور تقارن 2-fold (نوع holomorphic یک محور چرخشی 2-fold یک صفحه آینه ای و یک مرکز تقارن دارد ولی انواع دیگر فقط شامل یک محور تقارن 2-fold و یا فقط یک صفحه آینه ای هستند.)

۳-کریستالهای این سیستم تمایل دارند که منشورهای بلند تولید کنند.

گوهرهای این سیستم خاصیت نوری biaxial دارند.

۴-محور تقارن 2-fold محور b است و محور b عمود بر وجه آینه ای است.

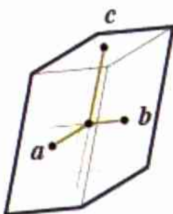


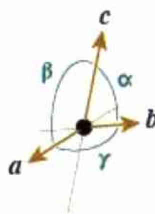
درزیر تصویر یک Kunzite را می بینید.



Triclinic System







a≠b≠c
$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$

Flat Triclinic Crystal | Triclinic Unit-Cell | Crystallographic Axes

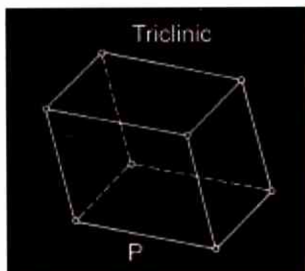
مشخصات سیستم:

۱- سه محور کریستالوگرافیک با اندازه های نابرابر که با هم زاویه های اریب می سازند.

۲- یک محور تقارن 1-fold

۳- کریستالهای این سیستم تمایل دارند که tabular habit داشته باشند.

گوهرهای این سیستم خاصیت نوری biaxial دارند.



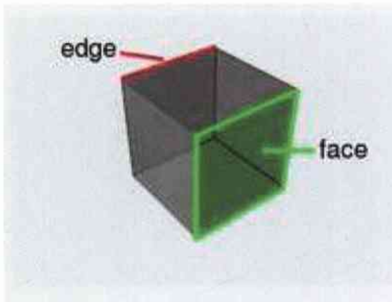
درزیر تصویر یک Amazonite (فلدسپار) را می بینید.



فرم (Form)

آرایش داخلی یک ماده معدنی توسط شکل یا فرم بیرونی ایده آل آن منعکس می شود.
فرمهای کریستالی شامل وجه های کریستالی هستند که توسط محور کرسیتالی بهم مربوط می شوند.
تعدادی از وجه ها می توانند یک فضای بسته را تشکیل دهند که فرمهای بسته"closed forms" نامیده می شوند مانند وجه های مکعب.
وجه های دیگر نیاز به وجه های اضافی دارند تا یک فضای بسته را تشکیل دهند که فرمهای باز "open forms" نامیده می شوند.
برای مثال یک وجه مکعب می تواند به تمام وجه های مشابه دیگرمتصل شود و یک مکعب که فرم بسته است را تشکیل دهد.
حال یک tetragonal prism را در نظر بگیرید که شامل چهار وجه منشوری یکسان است که نمی توانند یک فضای بسته را در بالا و پایین خود بدون تغییر دادن وجه منشوری شکل ایجاد کنند و برای این منظور نیاز به دو وجه دیگر دارند.مثال دیگر زمرد است که یک hexagonal prism است که دارای شش وجه منشوری و دو قاعده شش ضلعی می باشد بدین معنی که برای اینکه یک شکل بسته داشته باشیم نیاز به دو فرم بازمختلف است.

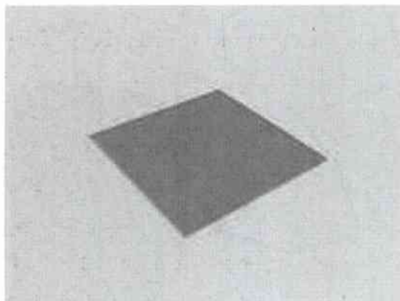
اصطلاح شناسی فرمها



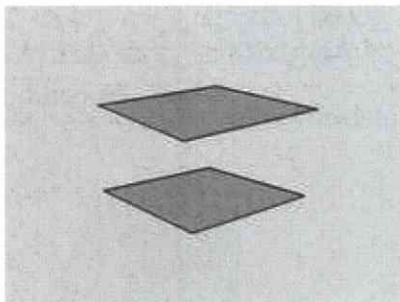
وجه و لبه

یک وجه(face) سطح تخت روی یک کرسیتال است که گاهی صفحه یا "plane" نیز نامیده می شود.
یک لبه یا "edge " مرز بین دو وجه است.

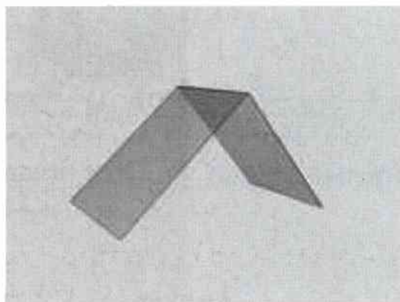
تعداد چهل و هشت فرم مختلف وجود دارد که بعضی از آنها در زیر به تصویر کشیده شده است:



pedion یک فرم تک وجهی باز است .



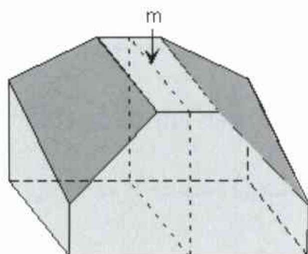
Pinacoid (باز)



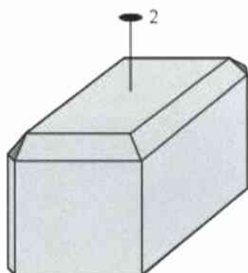
Dome(باز)

فرم گنبدی (Dome): گنبدها فرمهای باز دو وجهی هستند که در آن دو وجه توسط صفحه آینه ای به وجه دیگری مربوط می شود. وجه های عمودی در طرفین مدل کریستالی نشان داده شده pinacoid (دو وجه موازی)هستند و وجه هایی که در جلو و عقب مدل هستند توسط تقارن بهم

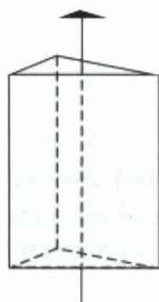
مربوط نمی شوند زیرا آنها دو فرم مختلف pedion هستند.وجه هایی که سایه دار شده اند به یک گنبد تعلق دارند.



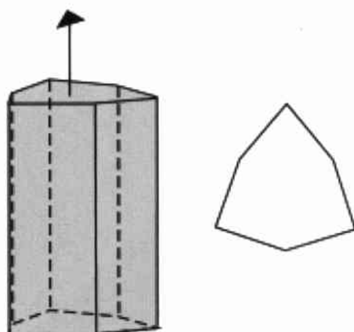
فرم گوه ای (Sphenoid):
Sphenoid ها فرمهای باز دو وجهی هستند که توسط یک محور چرخشی 2-fold بهم مربوط می شوند و موازی هم نیستند.وجه های سایه دار سه گوش به یک Sphenoid تعلق دارند.جفت های مشابه عمودی که لبه های شکل را برش داده اندpinacoid هستند و وجه های بالا و پایین دو pedionمختلف هستند.



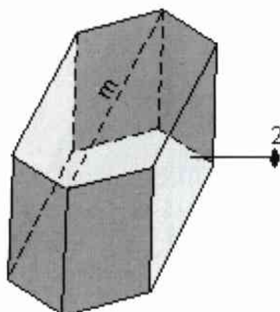
فرم منشوری(Prism):منشور یک فرم باز است که شامل حداقل سه وجه موازی می باشد و با توجه به تقارن چند نوع مختلف دارد:
Trigonal prism: فرم سه وجهی که همه وجه های آن موازی یک محور چرخشی 3 -fold است.



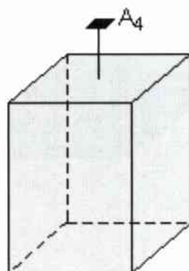
Ditrigonal prism:یک فرم شش وجهی که تمام وجه های آن موازی یک محور 3-fold است.



برش عرضی نشان داده شده در شکل سمت راست یک hexagon, i.e. نیست .
Rhombic prism: فرم چهار وجهی که همه وجه های آن موازی یک خط هستند که آن عامل تقارن نیست.
در شکل ترسیمی چهار وجه سایه دار به یک Rhombic prism تعلق دارند و بقیه وجه ها pinacoid هستند.

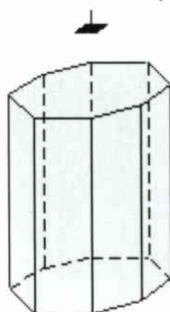


Tetragonal prism: فرم باز چهار وجهی که همه وجه های آن موازی یک محور چرخشی 4-fold است.
چهار وجه این شکل منشور را می سازند و و دو وجه(pinacoid) بالا و پایین منشور را می بندند.



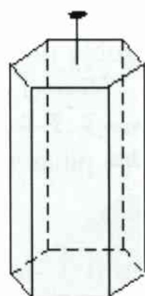
:Ditetragonal prism

فرم هشت وجهی که همه وجه های آن موازی یک محور چرخشی 4-fold است.



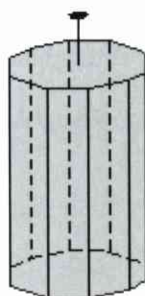
:Hexagonal prism

فرم شش وجهی که همه وجه های آن موازی یک محور چرخشی 6-fold است.



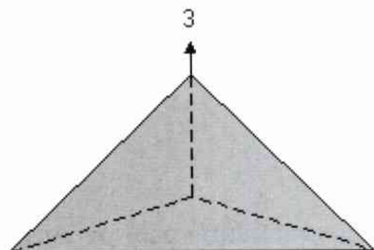
:Dihexagonal prism

فرم دوازده وجهی که که همه وجه های آن موازی یک محور چرخشی 6-fold است.توجه کنید که برش عرضی افقی این شکل تقارن چرخشی 12-fold واضح خواهد داشت.

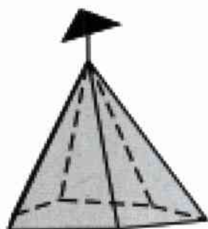


فرم هرمی(pyramid): فرمی باز با تعداد وجه های ۱۲-۸-۶-۴-۳ می باشد که همه وجه های آن در یک نقطه بهم می رسند و یا اگر بسط یابند می توانند بهم برسند و شامل موارد زیر است:

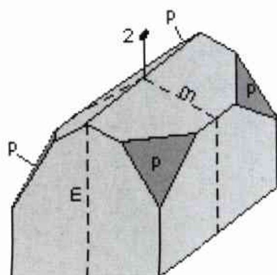
Trigonal pyramid: فرمی سه وجهی که همه وجه های آن توسط یک محور چرخشی 3-fold بهم مربوط می شوند.



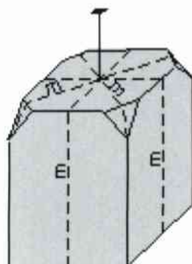
Ditrigonal pyramid: فرمی شش وجهی که همه وجه های آن توسط یک محور چرخشی 3-foldبهم مربوط می شوند. اگر Ditrigonal pyramid از بالا مشاهده شود یک شکل هگزاگونال نخواهد داشت بلکه برش عرضی آن بیشتر شبیه به trigonal prism خواهد بود.



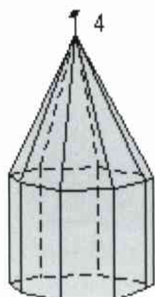
Rhombic pyramid: فرمی چهار وجهی که وجه ها توسط صفحه آینه ای بهم مربوط می شوند. در شکل نشان داده شده وجه هایی که با حرف "P" نامگذاری شده اند چهار وجه Rhombic pyramid هستند که اگر بسط پیدا کنند در یک نقطه بهم می رسند.



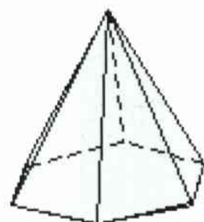
Tetragonal pyramid: فرمی چهار وجهی که توسط یک محور 4-fold بهم مربوط می شوند.درشکل ترسیمی چهار وجه سه گوش کوچک چهار وجه Tetragonal pyramid هستند که اگر بسط پیدا کنند در یک نقطه بهم می رسند.



Ditetragonal pyramid: فرمی هشت وجهی که همه وجه ها توسط یک محور 4-fold بهم مربوط می شوند.درشکل ترسیمی هشت وجه بالایی متعلق بهDitetragonal pyramid و هشت وجه پایینی متعلق بهDitetragonal prism است.



Hexagonal pyramid: فرمی شش وجهی که همه وجه ها توسط یک محور 6-fold بهم مربوط می شوند و اگرHexagonal pyramid از بالا مشاهده شود یک شکل هگزا گونال خواهد داشت.

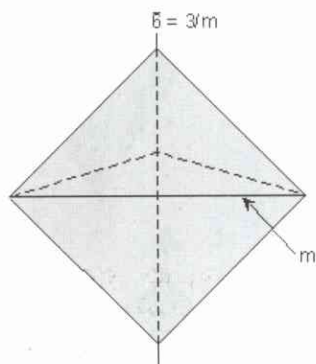


Dihexagonal pyramid: فرمی دوازده وجهی که همه وجه ها توسط یک محور 6-fold بهم مربوط می شوند.

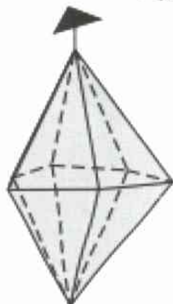


دو هرمی(Dipyramid): فرمهای بسته شامل ۲۴-۱۶-۱۲-۸-۶ وجه هستند. دو هرمی ها هرمهایی هستند که از میان یک صفحه آینه ای منعکس شدند بنابراین آنها در کریستالهایی که یک صفحه آینه ای عمود بر محور چرخشی دارند اتفاق می افتد.

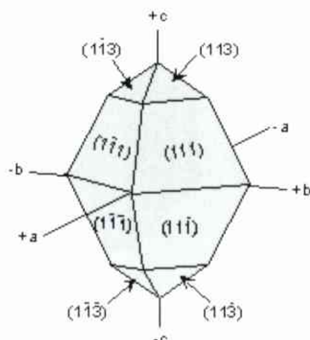
Trigonal dipyramid: فرم شش وجهی با وجه هایی که توسط یک محور 3-fold با یک صفحه آینه ای عمود بهم مربوط می شوند. همه وجه ها به Trigonal dipyramid تعلق دارند.



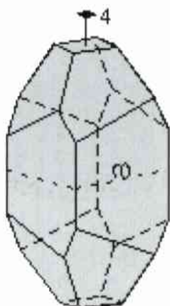
Ditrigonal dipyramid: فرم دوازده وجهی با وجه هایی که توسط یک محور 3-fold با یک صفحه آینه ای عمود بهم مربوط می شوند. اگر از بالا مشاهده شود به شکل یک هگزاگونال نخواهد بود بلکه برش عرضی افقی آن بهditrigonal prism شبیه خواهد بود.



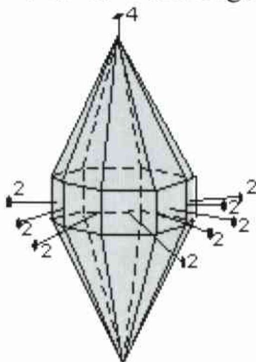
Rhombic dipyramid: فرم هشت وجهی که وجه ها توسط ترکیبی از یک محور 2-fold و صفحات آینه ای بهم مربوط می شوند.شکل ترسیمی دو rhombic dipyramid را نشان می دهد.



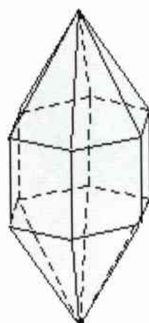
Tetragonal dipyramid: فرم هشت وجهی با وجه های وابسته توسط یک محور 4-fold با یک صفحه آینه ای عمود.شکل ترسیمی یک Tetragonal dipyramid هشت وجهی را نشان می دهد.همچنین tetragonal prism چهار وجهی و وجه های pinacoid که بالا و پایین مدل را بسته اند دیده می شود.



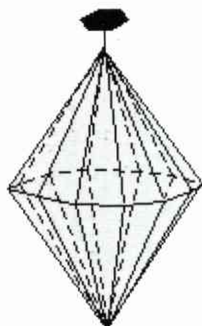
Ditetragonal dipyramid: فرم شانزده وجهی با وجه های وابسته توسط یک محور 4-fold با یک صفحه آینه ای عمود.توجه کنید که وجه های عمودی به ditetragonal prism تعلق دارند.



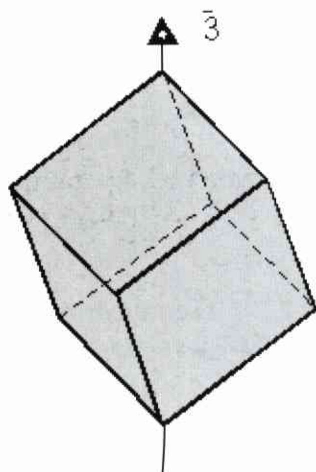
Hexagonal dipyramid: فرم دوازده وجهی با وجه های وابسته توسط یک محور 6-fold با یک صفحه آینه ای عمود.وجه های عمودی در این مدل یک hexagonal prism را تشکیل می دهند.



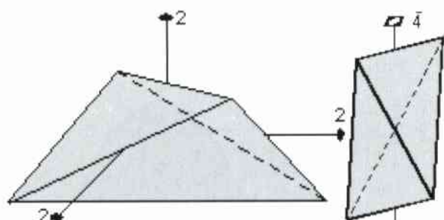
Dihexagonal dipyramid: فرم بیست و چهار وجهی با وجه های وابسته توسط یک محور 6-fold با یک صفحه آینه ای عمود.



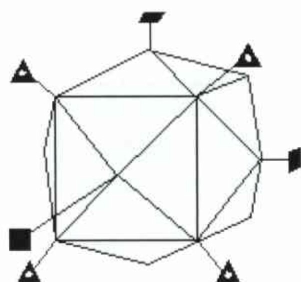
فرم Rhombohedron: یک فرم بسته شش وجهی است.



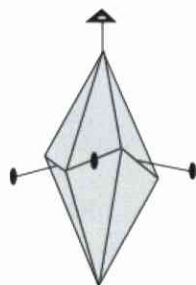
فرم Disphenoid: یک فرم بسته چهار وجهی است که فقط درسیستم orthorhombic ارائه می شود.



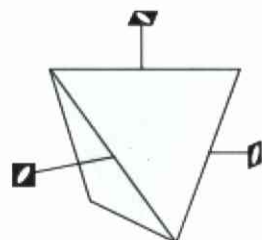
فرم Tetrahexahedron: یک فرم بیست و چهار وجهی است.



فرم Scalenohedron: یک فرم بسته هشت یا دوازده وجهی است.در وجه های توسعه یافته ایده -آل هر وجه یک مثلث با اضلاع نامساوی است.

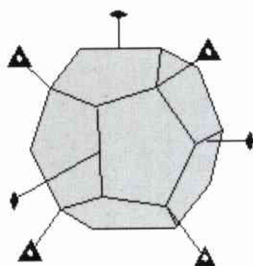


فرم Tetrahedron:
یک فرم چهار وجهی است که چهار محور 3-fold دارد.



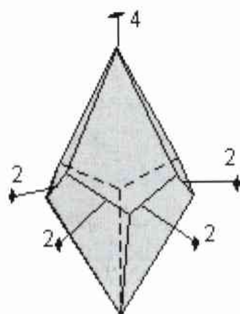
فرم Pyritohedron:

یک فرم دوازده وجهی که فاقد محور 4-fold است.



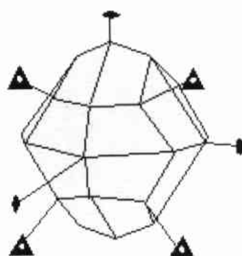
فرم Trapezohedron:

فرمهای بسته شش یا هشت یا دوازده وجهی هستند.این فرم حاصل از ترکیب یک محور 3 یا 4 یا 6-fold با یک محور عمودی 2-fold است.



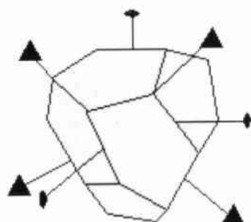
فرم Diploid:

یک فرم کلی برای diploidal است وفاقد محور تقارن 4-fold است.

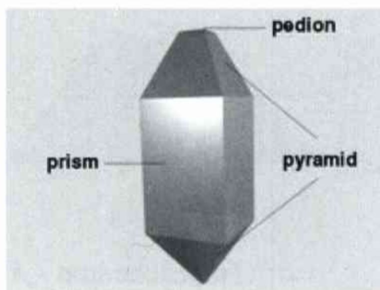


فرم Tetartoid:

یک فرم کلی برای tetartoidal است و فقط محور 3-fold , 2-fold دارد بدون وجه های آینه ای.



هبیت(Habit)



در طبیعت کریستالهای بی عیب کمیاب هستند.وجه هایی که روی یک کریستال توسعه می یابند به فضای ممکن که کریستالها برای رشد دارند بستگی دارد .اگر کریستالها داخل دیگری یا در یک محیط محدود رشد کنند ممکن است وجه های کریستالی خوب شکل نگرفته توسعه یابند.
عبارتی که برای توضیح شکل عمومی یک کریستال استفاده می شود habit است.وقتیکه یک ماده معدنی از فرمهای مختلف شکل می گیرد ما آنرا habit می نامیم.(یک گروه فرم habit را تشکیل میدهد)هنگام استفاده از عبارت habit ما پسوند فرمهایی که آن habit را بوجود آورده اند را تغییر می دهیم. بعنوان مثال یک ماده معدنی که فرم octahedron دارد ما habit آنرا"octahederal" می نامیم. در شکل بالا یک ماده معدنی سه فرم مختلف را نشان می دهد (a prism, two pyramids and a pedion)که ما habit را "prismatic with pyramidal and pedial terminations" می نامیم.

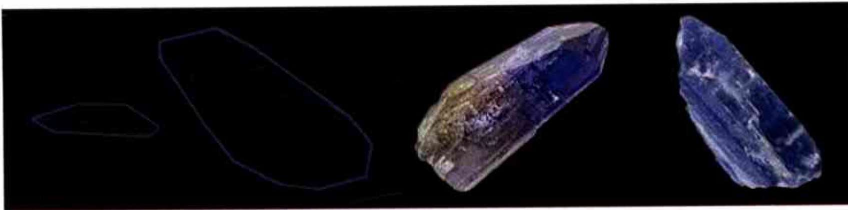
Gemstones and their Crystal Habits

Crystal Habit:	Habit Description:	Mineral:
Acicular	Needle-like, slender and/or tapered	Rutile (Quartz)
Anhedral	Poorly formed and distorted	Olivine
Banded	narrow bands of differing colors	Onyx
Bladed	Slender, flattened and blade-like	Tanzanite
Columnar	Long, slender prisms and parallel growth	Calcite
Dendritic	Tree-like multi-directional branching from central point	Opal
Dodecahedral	12-sided Dodecahedron	Garnet
Drusy (Encrustation)	Aggregate of minute crystals coating a surface	Drusy (Quartz)
Enantiomorphic	Mirror-image (left/right) habit and optical characteristics	Citrine, Amethyst
Equant (Stubby)	Squashed, pinnacoids dominant over prisms	Zircon
Euhedral	Well-formed and Undistorted	Spinel
Foliated	Easily separated into plates	Mica
Geode	Rock cavities with internal crystals & encrustation	Amethyst, Quartz
Granular Mass	Anhedral crystals in lumpy mass with no crystal form	Peridot
Botryoidal(Mamillary)	smooth bulbous shapes	Malachite
Massive	Shapeless with no distinct external crystal shape	Lapis Lazuli
Octahedral	Eight-sided octahedron - two pyramids, base to base	Diamond
Pincoid	Terminated by multiple pyramidal faces	Emerald, Beryl
Prismatic	Elongate and Prism-Like, all faces are parallel to c-axis	Tourmaline, Topaz
Pseudomorphous	Occurring in the shape of another mineral	Tiger's Eye
Striated	Surface growth lines parallel or perpendicular to c-axis	Alexandrite
Tabular (Lamellar)	Flat, tablet-shaped, prominent pinnacoid	Ruby

1. Acicular Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Three Variations Of Acicular Rutilated Quartz



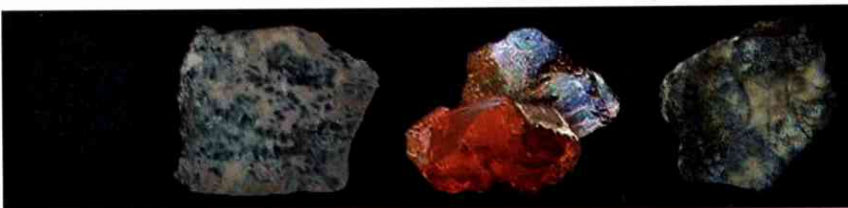
2. Bladed Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Bladed Tanzanite (center) and Kyanite (right)



3. Columnar Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Columnar Quartz (left), Smoky Quartz (center), and Basalt Rock (Yellowstone, Wyoming) Formations (right)



4. Dendritic Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Dendritic Agate (left), Opal (center), and Agate (right)



5. Dodecahedral Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Dodecahedral Garnet (center), Diamond Rough (right)



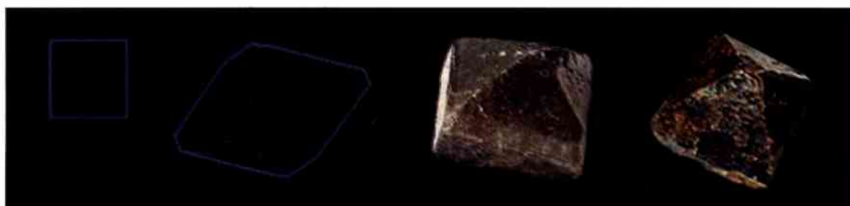
6. Drusy Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Three Variations Of Druzy Quartz



7. Enantiomorphic Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Enantiomorphic ("Japan Law" or "Left-Right" Twins) Quartz (center), Amethyst (right)



8. Equant Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Equant Zircon Roughs (center, and right)



9. Euhedral Crystal Habit,In The bottom Pictures You See Euhedral (Octahedral) Red Spinel (center, and right)



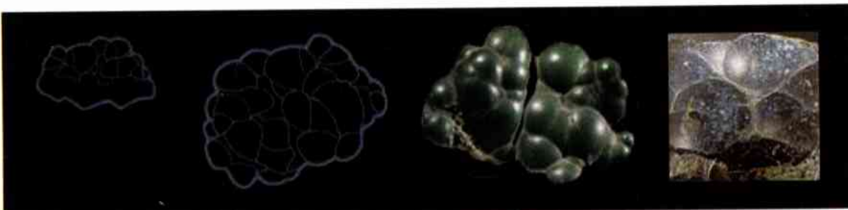
10. Geode Crystal Habit,In The bottom Pictures You See Uncut Geode (left), Amethyst Geode (center), and Quartz Geode (right)



11. Granular Mass Habit,In The bottom Pictures You See Granular Mass Peridot (center), and Peridotite Encrustation (right)



12. Mamillary Crystal Habit,In The bottom Pictures You See Mamillary Malachite (center), and Chalcedony (right)



13. Octahedral Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Octahedral White Spinel (center), Diamond Rough (right)



14. Pincoid Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Pincoid (Prismatic) Aquamarine (center), Emerald (right)



15. Striated Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Striated (Prismatic) Tourmaline (center), Striated Sapphire (right)



16. Tabular Crystal Habit, In The bottom Pictures You See Tabular Calcite (center), Ruby (right)



تقارن(Symmetry)

محورهای تقارن

هر کریستالی به یک سیستم کریستالی تعلق دارد و تقارن برای هر یک از این سیستم ها توسط شکلهای ایده آل تعیین می شود. وقتی می خواهیم محورهای تقارن را تعیین کنیم مهم اینست که کریستال حول آن محور ۳۶۰ درجه بچرخد و تعیین شود که تصویر چند بار در طول چرخش تکرار می شود.برای درک بهتر این مطلب نحوه تعیین محورهای تقارن سیستم orthorhombic در ذیل آمده است :

یک قوطی کبریت را که فرم اولیه سیستم orthorhombic را تشکیل می دهد را در نظر بگیرید.



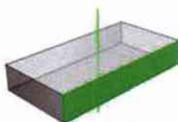
یک قوطی کبریت که سه وجه pinacoid را ارائه می دهد.



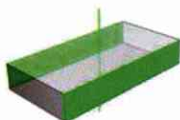
یک محور فرضی که از مرکز وجه بالایی عبور کرده است.



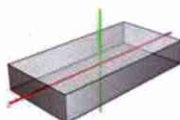
یک وجه را بعنوان شروع کننده چرخش اختیار می کنیم.(در این مورد وجه جلویی)



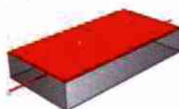
در طول یک چرخش ۳۶۰ درجه قوطی حول محور ، تصویر دوبار دیده می شود.



همان روش تکرار می شود اما با محوری که از میان وجه های طرفین عبور کرده است.



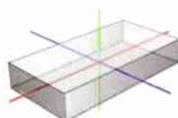
یک وجه را بعنوان شروع کننده چرخش اختیار می کنیم.(وجه بالایی)



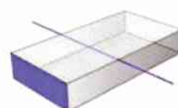
دوباره با یک چرخش ۳۶۰ درجه حول محور ، تصویر دوبار دیده می شود.



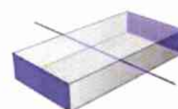
آخرین محور تقارن در این شکل orthorhombic از وجه های جلویی عبور کرده است.



یکی از وجه های طرفین قوطی را بعنوان شروع کننده چرخش اختیار می کنیم.



در طول یک چرخش ۳۶۰ درجه، تصویر دو بار دیده می شود.



همانطور که در تصاویر بالا و صفحات قبل دیدید سیستم orthorhombic سه محور تقارن دارد و هریک از آنها تصویری که درابتدا مشاهده کردید را دوبار در یک چرخش ۳۶۰ درجه نشان می دهد.وقتی که یک محور یک تصویر را دوبار نشان می دهد ما می گوئیم آن یک محور تقارن 2-fold است و یا به عبارت بهتر یک "digonal axis of symmetry"است بنابراین سیستم فوق سه محور تقارن 2-fold دارد.سایر سیستم های کریستالی محورهای تقارن کمتر یا بیشتر دارند.یک محورتقارن 3-fold بیانگر تکرار تصویر در سه نوبت است.

وجه های تقارن

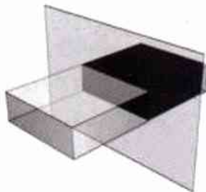
وجه های تقارن می توانند بعنوان وجه های آینه ای در نظر گرفته شوند.آنها یک کریستال را به دو نیمه تقسیم می کنند.هر نیمه می تواند آینه نیمه دیگر باشد.سیستم orthorhombic سه وجه تقارن دارد.



اولین وجه تقارن

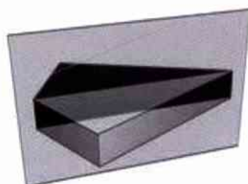


دومین وجه تقارن



سومین وجه تقارن

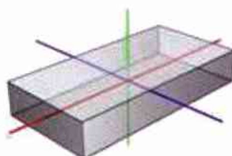
سایر سیستم های کریستالی وجه های تقارن کمتر یا بیشتر دارندَ.



یک وجه تقارن نیست

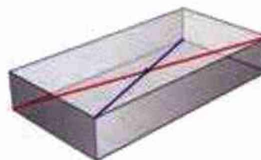
تصویر بالا بیانگر آنست که همه تقسیمات توسط یک وجه ، یک وجه تقارن ایجاد نمی کند.تصویر سمت چپ یک آینه را نشان می دهد که کریستال را به یک فرم کایت شکل تبدیل می کند بجای اینکه به شکل منشوری اصلی خودش تبدیل کند.

مرکز تقارن



مرکز تقارن

مرکز تقارن یک نقطه مرکزی داخل کریستال است که در آنجا وجه ها و لبه های یک طرف کریستال به طرف دیگر مرتبط می شوند.به مرکز تقارن مرکز وارونگی (inversion center) نیز می گویند.در تصویر بالا مرکز تقارن محل تقاطع محورهای سبز-آبی و قرمز است.



همان کار را با گوشه راست پایینی وجه عقبی انجام می دهیم.



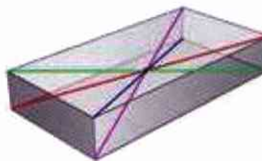
اولین گوشه وجه عقبی (چپ پایینی)از طریق مرکز به وجه جلویی متصل خواهد شد.



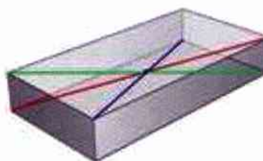
با یک قوطی کبریت شروع میکنیم و از هر گوشه وجه عقبی از طریق مرکز خطوطی رسم میکنیم.



تصویر وجه عقبی از طریق مرکز به شکل وجه جلویی وارونه شده است.



گوشه راست بالایی وجه عقبی به گوشه چپ پایینی وجه جلویی متصل خواهد شد.



گوشه چپ بالایی وجه عقبی به گوشه راست پایینی وجه جلویی متصل خواهد شد.

همه سیستمهای کریستالی مرکز تقارن دارند ولی برخی از فرمها ممکن است آنرا نشان ندهند.برای مثال در سیستم trigonal فرم هرمی مرکز تقارن ندارد اما فرم rhombohedron آنرا دارد.

System (1)	Class Name (2)	AXES				Planes	Center	Hermann-Maugin Symbols (3)
		2-Fold	3-Fold	4-Fold	6-Fold			
Isometric	Tetartoidal	3	4	-	-	-	-	23
	Diploidal	3	4	-	-	3	yes	2/m 3
	Hextetrahedral	3	4	-	-	6	-	4 3m
	Gyroidal	6	4	3	-	-	-	432
	Hexoctahedral	6	4	3	-	9	yes	4/m 3 2/m
Tetragonal	Disphenoidal	1	-	-	-	-	-	4
	Pyramidal	-	-	1	-	-	-	4
	Dipyramidal	-	-	1	-	1	yes	4/m
	Scalenohedral	3	-	-	-	2	-	4 2m
	Ditetragonal pyramidal	-	-	-	-	4	-	4mm
	Trapezohedral	4	-	1	-	-	-	422
	Ditetragonal-Dipyramidal	4	-	1	-	5	yes	4/m 2/m 2/m
Orthorhombic	Pyramidal	1	-	-	-	2	-	mm2
	Disphenoidal	3	-	-	-	-	-	222
	Dipyramidal	3	-	-	-	3	yes	2/m 2/m 2/m
Hexagonal	Trigonal Dipyramidal	-	1	-	-	1	-	6
	Pyramidal	-	-	-	1	-	-	6
	Dipyramidal	-	-	-	1	1	yes	6/m
	Ditrigonal Dipyramidal	3	1	-	-	4	-	6m2
	Dihexagonal Pyramidal	-	-	-	1	6	-	6mm
	Trapezohedral	6	-	-	1	-	-	622
	Dihexagonal Dipyramidal	6	-	-	1	7	yes	6/m 2/m 2/m
Trigonal	Pyramidal	-	1	-	-	-	-	3
	Rhombohedral	-	1	-	-	-	yes	3
	Ditrigonal Pyramidal	-	1	-	-	3	-	3m
	Trapezohedral	3	1	-	-	-	-	32
	Hexagonal Scalenohedral	3	1	-	-	3	yes	3 2/m
Monoclinic	Domatic	-	-	-	-	1	-	m
	Sphenoidal	1	-	-	-	-	-	2
	Prismatic	1	-	-	-	1	yes	2/m
Triclinic	Pedial	-	-	-	-	-	-	1
	Pinacoidal	-	-	-	-	-	yes	1

زدومورف(Pseudomorph)

نشان دهنده یک شکل کریستالی است که برای آن ماده قابل قبول نیست و زمانی اتفاق می افتد که بر اثر تغییر شرایط محیطی یکی از عوامل شیمیایی سنگی با یک عامل شیمیایی دیگر جابجا می شود بدون اینکه ساختار سه بعدی اولیه کریستال میزبان تغییر کند.

مثال: Goethite Pseudomorph After Pyrite

یعنی یک کریستال پیریت که شکل مکعبی دارد را در نظر بگیرید که روی وجه های آن کریستالهای دی اکسید آهن توانسته اند شکل بگیرند که اگر این شکل گیری روی کلیه وجه های آن اتفاق بیفتد ، بیننده یک دی اکسید آهن(goethite) در سسیتم معکبی خواهد دید در حالیکه باید شکل آن بصورت اورتورامبیک باشد.
بنابراین میتوان گفت یک ماده معدنی ظاهر بیرونی یک ماده معدنی دیگر را دارد.



Goethite Pseudomorph After Pyrite

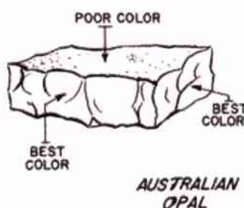


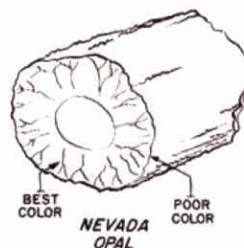
Pyrite

روشهای تشکیل آن عبارتند از:

۱- حفره هایی که در ابتدا توسط یک ماده اشغال شده اند میتوانند بوسیله یک ماده معدنی پر شوند و همان شکل اشغال کننده اصلی را حفظ کنند.

۲-فضاهای خالی در سلولهای چوب که سیلیکاها میتوانند آنها را پرکنند.





۳-تغییر شیمیایی جزیی مانند اکسید شدن مس که منجر به تولید مالاکیت میشود.

۴-برخی مواقع مواد معدنی که بطور شیمیایی نا مرتبط هستند میتوانند زدو مورفها را تشکیل دهند مانند کوارتز چشم ببری که در آن کلسیت با ماده معدنی آزبست جایگزین شده است و بخاطر اکسیداسیون آهن موجود در سنگ رنگ مایل به طلایی – قهوه ای دارد.

پلی مورف(Polymorph)

دو یا چند سنگ را گویند که دارای یک ترکیب شیمیایی هستند اما تحت شرایط محیطی (دما و فشارو ...) مختلف در سیستمهای مختلف کریستالیزه شدند. بعنوان مثال کربن تحت تاثیر شرایط محیطی خاص تبدیل به الماس و تحت شرایط دیگری تبدیل به گرافیت میشود. بنابراین میتوان گفت که الماس و گرافیت پلی مورفهای کربن هستند.



diamond (uncut dodecahedral (12 sided) crystal) and Graphite polymorphs of carbon



Polymorphs of Al_2SiO_5 : kyanite, Andalusite

فانتوم(Phantom)

رشد کریستال میزبان بدلیل تغییر شرایط محیطی متوقف و در شرایط جدید مواد معدنی دیگر شروع به رشد میکنند و مجددا با تغییر شرایط، کریستال میزبان بار دیگر شروع به رشد میکند .



Edenite phantoms in quartz , Hematite phantoms in calcite

دوقلو شدگی(Twinning)

مواد معدنی همیشه تحت شرایط ایده آل رشد نمی کنند تا کریستالهای بی عیب و کامل تشکیل دهند.در طول رشد یا بعد از آن تعدادی از کریستالها ممکن است دوقلو شوند.

دو نوع دوقلو شدگی اصلی وجود دارد:

- contact twins
- penetration twins

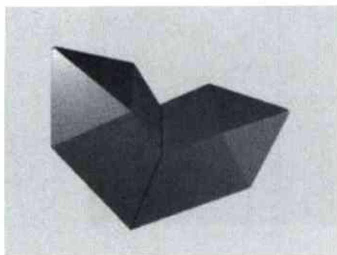
سه دلیل برای دوقلوشدگی وجود دارد:

- during crystal growth (در طول رشد کریستال)
- from transformation (بواسطه تبدیل)
- by deformation(بواسطه تغییر شکل)

Types of twins

Contact twins

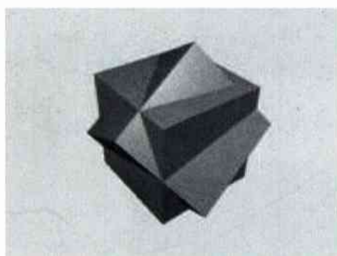
Contact twin ها یک وجه یا صفحه را به اشتراک می گذارند.



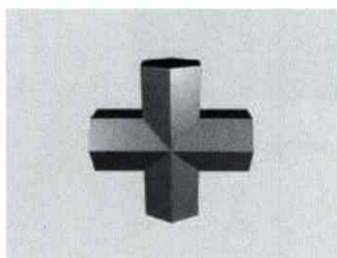
Geneculate (knee-type) twinning or rabit ear twinning in zircon

Penetration twins

Penetration twin ها یک تک محور را به اشتراک می گذارند.(معمولا یک محور چرخشی)



Fluorite penetration twin (two cubes intergrown)



Staurolite penetration twin (two hexagonal prisms intergrown)

دلایل دوقلوشدگی

در طول رشد (during crystal growth)

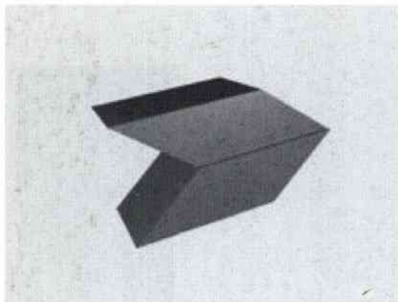
در طول رشد یک کریستال ممکن است تغییراتی داخل ماگما ایجاد شود(مانند دما- فشار و سیال) که سبب می شود عوامل ماگما جهت گیری کریستال را تغییر بدهند. اکثر دوقلو شدگی ها به این دلیل اتفاق می افتد.

بواسطه تبدیل (transformation)

وقتی که یک کریستال کاملا رشد یافته با یک تغییر ناگهانی دما و فشار مواجه میشود چیدمان اتمی آن میتواند جابجا شود. بعنوان مثال میتوان به کوارتز اشاره کرد که در دمای بالای۵۷۳ درجه سانتیگراد بصورت هگزاگونال است و بتا کوارتز نامیده میشود و در زیر این دما به الفا کوارتز سه گوش تبدیل خواهد شد (will transform) که دوقلو شدگی در حین این تبدیل شدن اتفاق می افتد.

بواسطه تغییر شکل (glide or slip or deformation)

وقتی که یک کریستال کاملا رشد یافته تحت تنش مکانیکی (مانند فشار) قرار می گیرد شبکه کریستال ممکن است تغییر کند. دراین حالت اتصالات بین اتمها ممکن است دچار لغزش یا سرخوردگی شود که خیلی سریع این لغزشها با اتصالات جدید ترمیم میشود و دوقلو شدگی اتفاق می افتد.برای فهم بهتر این مطلب شخصی را تصور کنید که یک قوطی کبریت خالی را روی میز قرار می دهد و کمی فشار به آن وارد می کند در نتیجه فرم قوطی کبریت کج می شود.وقتی دو قوطی کبریت خالی کنار هم قرار می گیرند همان فشار باعث خواهد شد که آنها بصورت یک پیکان (arrow head) در آیند.بعنوان مثال می توان به کلسیت اشاره کرد.

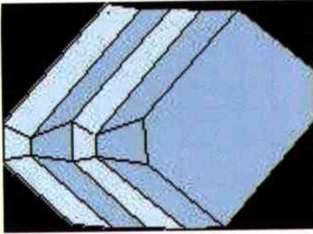


Deformation twin (contact)

قوانین دوقلو شدگی در سیستم های مختلف:

در سیستم triclinic: microline & Plagioclase feldspar رایج ترین ماده معدنی در این سیستم هستند که دوقلوشدگی را نشان می دهند.

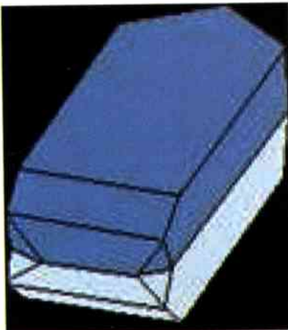
در Plagioclase feldspar اغلب albite polysynthetic twinning دیده می شود که شاخصه تعیین هویتی نیز برای این سنگ محسوب می شود. این دوقلوشدگی عمود بر محور کریستالی b اتفاق می افتد.



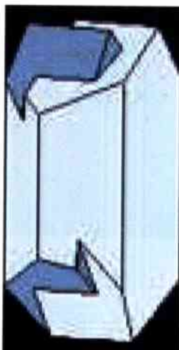
Pericline law: این نوع دوقلو شدگی زمانی که monoclinic orthoclase به microline تبدیل می شود اتفاق می افتد. ترکیب albite polysynthetic twinning و Pericline twinning یک Cross- hatch pattern تولید می کند که tartan twinning نامیده می شود.

در سیستم monoclinic: orthoclase و sanidine feldspar رایج ترین ماده معدنی در این سیستم هستند که دوقلوشدگی را نشان می دهند که در آنها هم Contact twin وهم Penetration twin اتفاق می افتد.

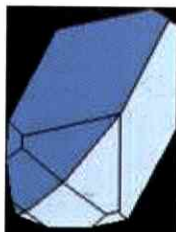
Manebach law: این نوع دوقلو شدگی از نوع Contact twin است و شاخصه تعیین هویتی برای orthoclase محسوب می شود.



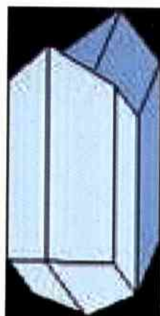
Carlsbad law: این نوع دوقلو شدگی از نوع Penetration twin است و در orthoclase اتفاق می افتد.در این نوع دوقلو شدگی دو کریستال که توام رشد کرده اند دیده می شود که یکی از آنها ۱۸۰ درجه نسبت به دیگری حول محور چرخیده است.



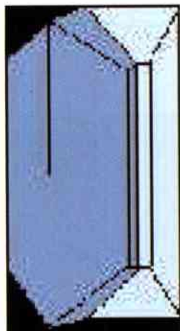
Braveno law: این نوع دوقلو شدگی از نوع Contact twin است و شاخصه تعیین هویتی برای orthoclase محسوب می شود.



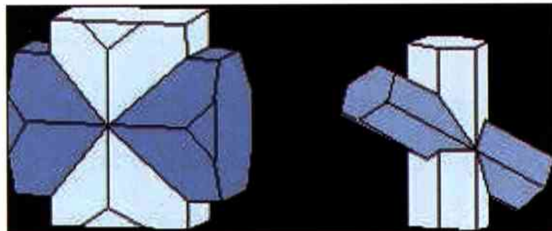
Swallow tail twins: معمولا در ژیپس دیده می شود.



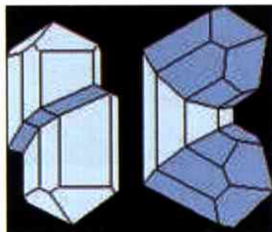
در سیستم orthorhombic: کریستالهای این سیستم روی صفحاتی موازی به یک وجه منشوری دوقلو می شوند.
Cyclical twins:این نوع دوقلو شدگی درمواد معدنی مانند aragonite(کربنات کلسیم)-cerrusite (کربنات سرب) و chrysoberyl اتفاق می افتد و باعث می شود این مواد بصورت pseudo hexagonal ظاهر شوند.



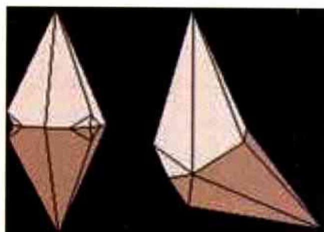
Staurolite twinning: Staurolite یک ماده معدنی monoclinic است اما آن یک زاویه بتا نزدیک به ۹۰ درجه دارد که باعث می شود ظاهر orthorhombic داشته باشد.
دو نوع دوقلو شدگی Penetration twin در این ماده اتفاق می افتد:
دوقلو شدگی که تقاطع نود درجه دارد و دوقلوشدگی که یک تقاطع شصت درجه را شکل می دهد.



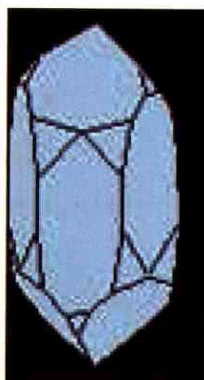
در سیستم tetragonal: در این سیستم دوقلو شدگی معمولا بصورت Cyclical contact twinsمی باشد که به عنوان نمونه در روتایل اتفاق می افتد.



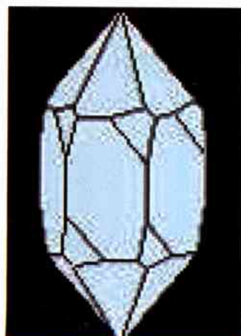
در سیستم **hexagonal:** کلسیت و کوارتز رایج ترین مواد این گروه هستند.
Calcite twins: که بصورت contact twins می باشد و نیز می تواند بصورت poly synthetic اتفاق بیفتد که بدلیل deformation است.



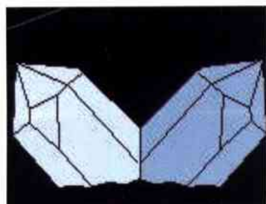
کوارتز دوقلو شدگی به سه شکل شش گوش نشان می دهد:
Brazil law: که یک Penetration twin است و به دلیل transformation اتفاق می افتد.



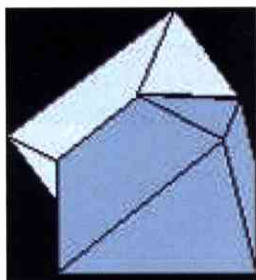
Dauphine law: این نیز یک Penetration twin است و به دلیل transformation اتفاق می افتد.



Jaspanese or rabit ear law: یک Contact twin است که در طول رشد اتفاق می افتد.



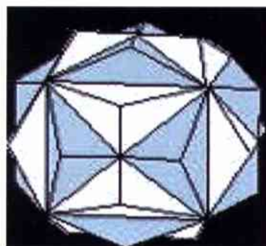
در سیستم ایزومتریک: سه نوع دوقلو شدگی در این سیستم اتفاق می افتد:
Spinel law:یک وجه دوقلو موازی با یک octahedron است.



محور دوقلو شدگی عمود بریک وجه octahedral است و تقارن چرخشی 3-fold دارد.



Iron cross: پیریت اغلب این نوع دوقلو شدگی را که از دو pyritohedron بوجود آمده را نشان می دهد.



شکستگی (Breakage)

1-Cleavage

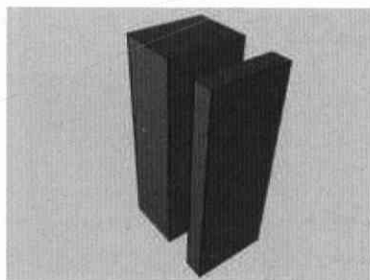
شکستگی منظمی می باشد که فقط در مواد معدنی کریستالین و دقیقا مابین صفحات کریستالی اتفاق می افتد. پس از شکستگی ، صفحات تخت اغلب با سطح رنگین کمانی حاصل می شود.
Cleavage یک خصوصیت با قابلیت تولید مجدد گوهرهاست و در هر نقطه ای از جهتش می تواند اتفاق بیفتد.

cleavage در چند جهت می تواند اتفاق بیفتد:

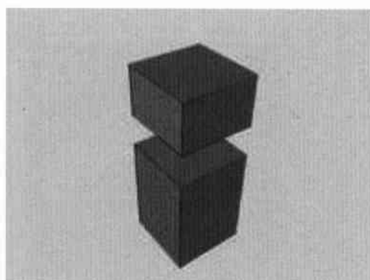
- Prismatic cleavage
- Basal cleavage
- Pinacoidal cleavage
- Octahedral cleavage
- Rhombohedral cleavage

کیفیت cleavage بصورت زیر بیان می شود:

- Perfect
- Good (or imperfect)
- Fair (or moderate)
- Poor (or weak)
- None



Prismatic cleavage



Basal cleavage

سنگها و جهت های cleavage آنها:

Cleavage	Directions	Stones	Quality
Basal	1	Topaz	Perfect
		Beryl	Imperfect
Prismatic	2	Peridot	Perfect
		Spodumene	Perfect
		Chrysoberyl	Weak to Moderate
		Diopside	Perfect
Cubic	3	Halite	Perfect
Rhombohedral	3	Calcite	Perfect
		Rhodochrosite	Perfect
Octhahedral	4	Fluorite	Perfect
		Diamond	Perfect
Dodecahedral	6	Sphalerite	Perfect

2-Parting

شکستگی است که درامتداد صفحات twinning or pressure (صفحات ضعیف بین مولکولی) اتفاق می افتد. گرچه آن شبیه به cleavage است ولی برخلافcleavage قابل تولید مجدد (reproducable) نیست.

معمولا صفحات parting در طول رشد یک کریستال ایجاد می شوند. وقتی که به یک کریستال فشار وارد می شود آن می شکند و بعدها با رشد کریستال این شکستگی ترمیم می شود و یک ناحیه ضعیف بجا می گذارد.

یکی از معروفترین مثالها ، شکستگی parting ورقه های میکا است که توسط ناخنهای دست براحتی از هم جدا می شوند.

3-Fracture

شکستگی نامنظم درون سنگ که در جهت بافتهای مولکولی کریستالی می باشد و پله پله سنگ را می شکند.شکستگی سطحی هر سنگ بسته به ساختار مولکولی آن متفاوت است.

انواع surface fracture:

- conchoidal(shell-like): glass,corundum,quartz
- uneven : coral,pearl
- step like : topaz,diamond
- splintery : hematite,nephrite
- granular : jade,turquoise,diamond

۱-conchoidal : در این نوع شکستگی سطح سنگ بصورت نیم دایره ای در دل هم دیده می شود.

۲-uneven : در این نوع شکستگی سطح سنگ بصورت نامنظم و زبردیده می شود.

۳-step like : در این نوع شکستگی سطح سنگ بصورت پله پله دیده می شود.

۴- splintery : در این نوع شکستگی سطح سنگ بصورت ریش ریش یا ذرات بسیار ریز چوب کنده شده دیده می شود.

۵-granular : در این نوع شکستگی سطح سنگ بصورت دانه های شکر کنده می شود.

Cleavage



spodumene: two, perfect (note extremely flat, smooth breaks),Apatite: two, imperfect (note that cleaved surfaces are somewhat rounded and irregular);, fluorite: four, perfect.



Iridescence due to internal micro-cleavages: "rainbow calcite";"iris quartz": Image courtesy of GIA



cleavages on diamond with classic "staircase" pattern ,Cleavage rainbows in a quartz specimen, and a piece of diamond rough, with an internal fracture.

surface fracture



Charoite: splintery



Citrine quartz: conchoidal



coral: uneven



Turquoise: granular



Conchoidal fracture in aquamarine: Image courtesy of GIA

تراش(Cut)

تراش چند وجهی یا پخ دار(Faceted)

بعضی از انواع تراش چند وجهی :

Brilliant cut:

دارای پخهای مثلثی و بادبادکی شکل است که باعث انعکاس بیشتر نور از داخل سنگ به خارج و درنتیجه به چشمها میشود. معمولا سنگهای بی رنگ را به این مدل تراش میدهند.

Step cut:

پخ ها چهار طرفی میباشند و بصورت پله پله نظم یافته اند.این نوع تراش با ایجاد وزن بالا رنگ را بهترمی کند و ناخالصی را نیز بهتر نشان میدهد.

Mixed cut:

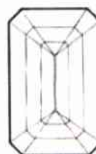
در این تراش crown دارای تراش brilliant و pavilion دارای تراش step cut است دلیل این نوع تراش دستیابی به نهایت جلای سنگ و حفظ بالاترین وزن سنگ است .

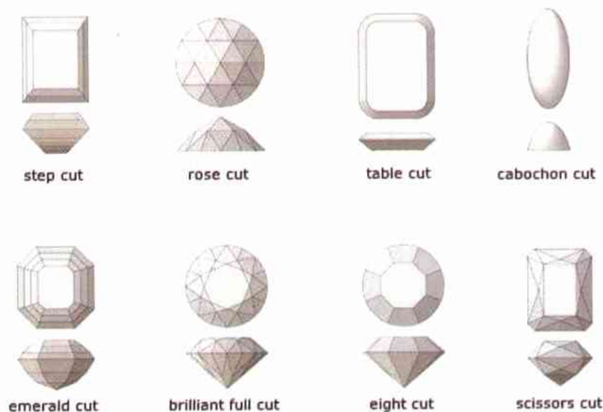


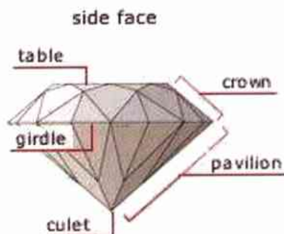
oval mixed cut blue zircon , square step cut amethyst, rectangular cushion checkerboard cut iolite

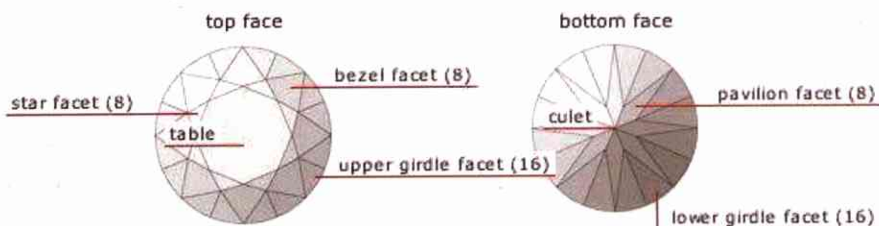
در سنگ تراش خورده:
Girdle: به کمربند سنگ می گویند که سنگ را به دو قسمت تقسیم می کند.
Crown: به قسمت بالای کمربند (تاج) درسنگ می گویند.
Table: به بزرگترین پخ سنگ (سندان) که در ناحیه تاج است می گویند.
Pavilion: به قسمت پایین کمربند (خیمه) در سنگ می گویند.
Culet/Keel: به قسمت تحتانی خیمه می گویند که به شکل یک نقطه یا خط است.







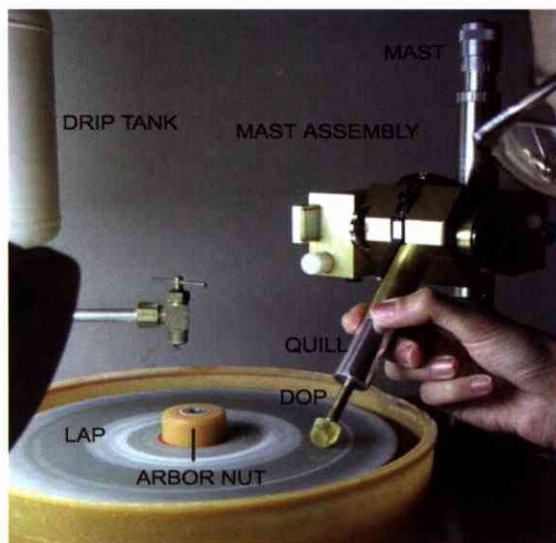




crown
The 32 facets situated between the girdle and the table.
(star facet=8,upper girdle facet=16,uper main , kite or bezel facet=8)
pavilion
The 24 facets situated between the girdle and the culet.(lower main facet=8,lower girdle facet=16)
Total facet:57

نحوه تراش چند وجهی یا پخ دار(Faceted)

معروفترین ماشینهای تراش عبارتند از:Ultra-Tec, Facetron, Graves, Fac-Ette که قیمت آنها بین هزار تا چهار هزار دلار است.
ماشینهای تراش شامل دو قسمت اصلی :
The mast/head assembly و the grinding wheel or lap (چرخ تراش) است.



The mast/head assembly قلب یک ماشین تراش است. قسمت چرخ تراش ساده است و شامل یک محور(arbor) برای چرخ تراش و موتوری که محور را بچرخاند و مخزن آبچکان (drip tank) و نیز کلیدهای کنترل است که در زیر شرح آنها آمده است:

Arbor: محوری است که از وسط چرخ تراش عبور کرده است.
Arbor Nut: پیچی است که روی چرخ تراش و در انتهای محور قرار دارد.
Motor : موتورها با سرعت قابل تغییر وجود دارند.
Drip Tank: اصطکاک ناشی از تماس سنگ خام و چرخ تراش تولید گرما می کند که میتواند به چرخ تراش آسیب برساند و نیز شکستگیهایی ناشی از تنش در سنگ ایجاد کند.
مخزن آبچکان این امکان را می دهد که:
۱- کاربر با استفاده از شیر مقدار آب لازم برای کاهش اصطکاک را تنظیم کند.
۲- گرد تولید شده از سایش سنگ را کنترل کند.(این گرد می تواند در صورت استشمام سبب بیماریهای ریوی شود.)
Controls: کلیدهای کنترل سرعت چرخش چرخ تراش را کنترل می کنند و برخی اوقات جهت چرخش را که می تواند ساعتگرد یا پاد ساعتگرد باشد.

The Mast Assembly

The mast/head assembly شامل اجزای زیر است:
Mast:دیرک عمودی ماشین است.



Dop: قطعه سنگ خام توسط واکس داغ به انتهای یک میله برنجی یا استیل چسبانده می شود که این میله به dop or dop stick معروفست. انتهای دیگر آن داخل quill قرار می گیرد. معمولا ابتدا Pavilion سنگ faceted and polished می شود و سپس از یک jig برای چسباندن Pavilion به Dop دیگر استفاده می شود و قسمت خام از Dop خودش آزاد می شود.قسمت خام آزاد شده بالای سنگ یا تاج(crown) آن است.



در زیر تصویر یک transfer jig را مشاهده می کنید.



در بالای تصویر زیر یک میله برنجی با سنگی که به آن چسبیده است ودر پایین تصویر میله برنجی دیگر که به چسب داغ آغشته است را مشاهده می کنید.



میله برنجی سمت چپ دریافت کننده سنگ است و آن داخل گیره فلزی است که روی دو ریل سیاه می لغزد و نیز گیره سمت راست روی ریل ثابت است.بعد از سرد شدن چسب هر دو میله از jig جدا می شود و با کمی حرارت توسط چراغ الکلی میله برنجی دریافت کننده از میله اولی جدا می شود.



Quill: میله برنجی داخلQuill قرار میگیرد و توسط دست در طول عمل faceting نگه داشته می شود.انتهای دیگر Quill به The mast/head assembly وصل است.

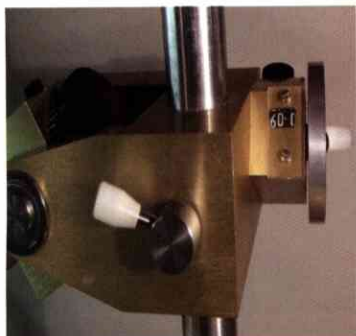


Index Wheel: اگر یک گوهر از بالا دیده شود چند نوع تقارن خواهد داشت.اکثر تراشهای brilliant تقارن eight-fold دارند و تراشهای emerald cut تقارن two or four-fold دارند. به منظور تراش پخها دورتادور سنگ Quill باید حول محورش بچرخد.Index Wheel چیزی است که اجازه می دهد این کار انجام شود.

برای مثال Index Wheel ممکن است ۶۴ دندانه داشته باشد. اگر یک سنگ گرد با تقارن eight-fold تراش بخورد Index Wheel در ۵۶ و ۴۸، ۴۰، ۳۲، ۲۴، ۱۶، ۸، ۰ برای هر main facet تنظیم خواهد شد.اگر یک سنگ مربع برش بخورد فقط ۴۸ و ۳۲، ۱۶، ۰ می‌تواند استفاده شود.

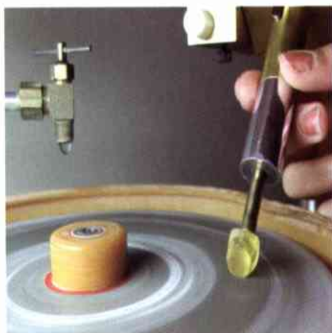


Angle Adjustment/Goniometer:ماشینهای تراش دارای مکانیزمهای مختلف برای تنظیم زاویه پخها هستند.دراصل زاویه تنظیم می شود و میله برنجی دقیقا تا آن زاویه پایین آورده خواهد شد قبل از اینکه بصورت فیزیکی متوقف شود.

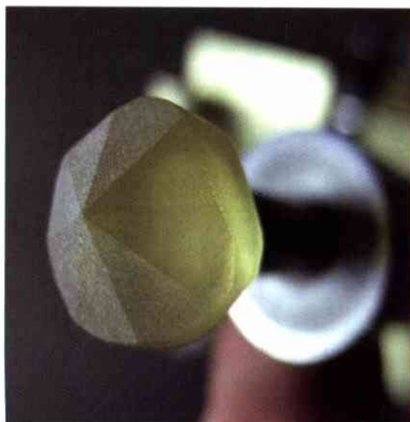


Height Adjustment:عمق یک پخ به ارتفاع head assembly نسبت به چرخ تراش بستگی دارد.این عمل با انتخاب یک زاویه انجام می شود ، quill بهراه dop تا آن زاویه پایین آورده می شود و سپس بررسی می شود چه عمقی از سنگ خام در تماس باlap است . به طور کلی تنظیم اولیه طوری خواهد بود که سنگ خام فقط lap را لمس کند یک پخ کم عمق ایجاد شود. سپس head می تواند پایین آورده شود و تراش یا تراش مجدد انجام شود تا پخ به عمق مطلوب برسد.

Overall procedure:برای روشن شدن این مطلب به مثال زیر توجه کنید:
ابتدا سنگ خام به انتهای میله برنجی چسبانده می شود.انتهای دیگر میله برنجی داخل quill قرار می گیرد .Index روی ۶۴ تنظیم می شود.ماده معدنی کوارتز است و اولین زاویه ۴۲ درجه خواهد بود.Quill پایین آورده می شود تا مطمئن شویم که آن در ۴۲ درجه خواهد ایستاد. ارتفاع Head طوری تنظیم شده که سنگ خام وقتی که پایین آورده می شود فقط چرخ تراش را لمس کند. ماشین را روشن می کنیم بنابراین چرخ تراش شروع به چرخش می کند.شیر مخزن آبچکان باز می شود بطوریکه در هر ثانیه یک قطره روی چرخ تراش نزدیک به مرکز چرخ بیفتد تا آب توسط نیروی گریز از مرکز کل چرخ را پوشش دهد.Quill به آهستگی پایین آورده می شود تا چرخ تراش را لمس کند. فشار ملایم وارد می شود و ماده معدنی بطورپیوسته سائیده می شود تا quill به زاویه مطلوب برسد.Quill بلند می شود و پخ بررسی می شود.



اگر عمق مناسب باشد عموما به این معنی است که طرف داخلی پخ به خط میانه سنگ رسیده است ، حال index روی ۸ تنظیم می شود و quill دوباره پایین آورده می شود و پخ دوم در ۴۲ درجه سائیده می شود. نیازی نیست که ارتفاع mast بیشتر شود زیرا ارتفاع آن برای داشتن هر پخی با همان عمق در یک سنگ گرد مطلوب است.
شش پخ دیگر وقتیکه index چرخیده می شود ایجاد می شود و نتیجه اش یک هرم هشت وجهی است.



اگر سنگ مستطیل شکل باشد ، دو پخ در ۰ و ۳۲ روی index تنظیم خواهد شد و سپس head بالا یا پایین آورده می شود و دوپخ در مراحل پایین تر یا بالاتر در ۱۶ و ۴۸ قرار داده می شود.
عکس زیریک سنگ مستطیلی شکل را بعد ازپروسه تراش نشان می دهد.



شکل اولیه از pavilion اکنون ایجاد شده است. پخ های بیشتر در زوایای مختلف می توانند قرار داده شوند. پس از آنکه شکل اولیه بوجود آمد ، برای صیقل سنگ از یک سری ازlapهای مختلف می توان استفاده کرد. پس از صیقل اولیه پخ ها صیقل نهایی را می توان با یک صیقل دهنده چرخشی که مجهز به یک لایه است انجام داد.



مرحله نهایی آن رابه شکل زیر در می آورد:



حکاکی(Carving)

carving (حکاکی) شامل موارد زیر است:

Intaglio-1(حکاکی فرو رفته نسبت به سطح)





کلسدونی intaglio متعلق به حدود قرن یکم پیش از میلاد (روی انگشتر مخراجی شده است.)تصویر متعلق به www.bcgalleries.com.au

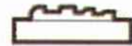
انگشتر هماتیتintaglio مربوط به دوران ملکه ویکتوریا (تصویر متعلق بهSunday and Sunday Antiques)

و

sard "cuvette"

اگر تراش intaglio روی گوهری که دارای فرورفتگی است انجام شود به آن Cuvette اطلاق می شود.

Cameo-2(حکاکی برجسته نسبت به سطح)





Contemporary shell cameo, antique "hardstone" agate cameo ring, Victorian lava and coral cameos: Images courtesy of Acanthus Antiques



یک flex shaft با مجموعه مته و گوهر تراشی که در حال تراش یک سیترین است.

یکی از معروفترین ابزارهای مورد استفاده در engraving, carving دستگاه "flex shaft" است که شامل یک موتور است و با یک سر چرخشی یک شی مدادی شکل را می گرداند و می تواند به ابزارهای مختلف cutting, drilling, carving, sanding and polishing مجهز شود.

:Scrimshaw-3

در این تکنیک لایه نازکی از طرح به داخل سطح کنده کاری می شود و سپس رنگ آمیزی می شود.



گردنبند عاج　　　　گردنبند دندان وال

4-Surface engraving/carving(حکاکی سطحی):

در این روش یک سنگ کبوچان با حکاکی های طراحی شده از جلو ، پشت یا هر دو طرف تزیین می شود. در بعضی مواقع سنگهای بسیار شفاف از پشت حکاکی می شود در حالیکه تصویر از جلو دیده می شود.





Surface carved aquamarine, emerald, and moonstone cabochons, reverse carved rock crystal quartz, amber and rock crystal quartz (note inset opal "sun")

4-True Carving(کنده کاری واقعی):

در این روش تمام جهات یک سنگ بصورت سه بعدی تراش خورده است.چهار روش متداول برای اینگونه تراش عبارتند از:

Hololith:جواهرات توخالی حجیم(معمولا بصورت حلقه یا النگو)هستند که از یک سنگ یکپارچه تراشیده شده است.

Representational:در این روش موضوعات تا حد امکان نِزدیک به نمونه طبیعی حکاکی می شوند.

Stylized: در این روش ما قادر به تشخیص موضوع هستیم ولی هنرمند طرح را با سلیقه خود انجام داده است.

Abstract: در این روش موضوع تراش کاملا انتزاعی بوده و هیچ مشابهی در طبیعت ندارد.



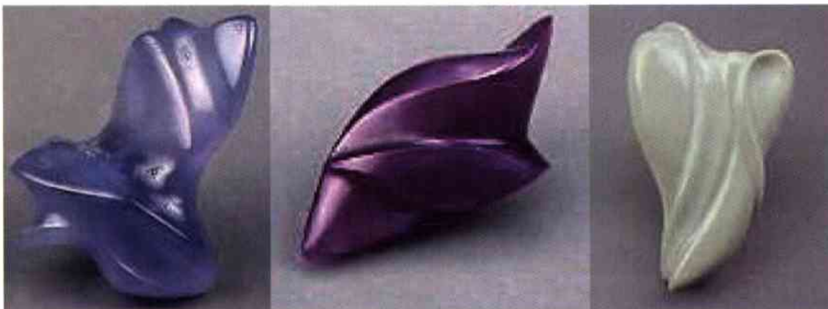
Hololiths: jadeite interlock bracelet, a "poppy jasper" bangle bracelet



Representational carvings: chalcedony octopus, coral roses



Stylized carvings: lapis lazuli rattlesnake tail, turquoise horse



Abstract carvings: blue chalcedony, sugilite, jasper

تخته سنگها و برشها(Slabs and slices)

توسط اره کردن (sawing) بعضی از صخره ها مانند صخره های محتوی یشم و یا geode ها را به دو یا چند قسمت برش می دهند.





Sawn amethyst geode weighing 10.5. lb: Image courtesy of Treasure Mountain Mining, A small lapidary saw(Lapidary saws come in a variety of sizes from tiny facetors' trim saws with four inch blades, to standard rock slicing saws of 8 - 18 inches, to giant behemoths used to cut boulders.)



saw used in preparing jade boulders during the mining process

سنگهای تامبلد(Tumbled stones)

ساده ترین روش تراش گوهرها با وسیله ای بنام tumbler(لغت tumble به معنی چرخش است)انجام می شود.این دستگاه اتفاقات طبیعی را که منجر به صیقلی شدن سنگهای رودخانه ای می شود را شبیه سازی می کند.
این کار با مخلوط کردن سنگ خام (rough) با آب و یک سری از ساینده های پالاینده در طی مراحل متعدد در یک rotary tumbler یا vibratory tumbler انجام می شود.



An assortment of tumbled stones, A vibratory tumbler, A rotary tumbler

وقتیکه سنگها و مواد ساینده بهم اصابت می کنند شکستگی های بسیار ریز و تیزی در لبه ها و گوشه های سنگ ایجاد می شود که این لبه ها و گوشه های تیز به آهستگی در طی پروسه گرد می شود.
سنگهای هموار و درخشان tumbled می تواند بعنوان تزیین در آکواریوم و یا در باغچه ها و یا در گلدان ها استفاده شود و نیز برخی اوقات سوراخ می شوند تا بعنوان سنگهای baroque bead استفاده شوند.

دانه ای (Bead)



Side to side drilled pearls, half drilled pearls, tubular turquoise beads with pearls



non-centered side to side drilled carnelian briolettes for dangles, baroque (tumbled) bead strand of howlite

کبوچان (Cabochon)



Cabochons of standard form: round fossil ammonite, cat'seye apatite, carnelian set, long oval hydrogrossular garnet, boat shaped Bruneau jasper

نحوه تراش کبوچان





در اینجا تعدادی الگوی در دسترس برای ایجاد تراش کبوچان با استانداردهای مختلف وجود دارد.در تراش کبوچان مهم اینست که سنگ خام خود را به یک طرح مخصوص برش دهید تا متناسب شود.





مرحله اول بریدن قطعه سنگ خام نزدیک به طرح مطلوب توسط اره تراش الماسه است.روی میز ، اره های تراش روان کاری شده با آب و روغن را مشاهده می کنید.اره آبی برای مواد نرم تر و متخلخل که توسط روغن ممکن است لکه دار یا بی رنگ شوند ذخیره شده است. قطعه سنگ حدود یک چهارم اینچ ضخامت دارد.اطراف طرح توسط اره روغن کاری شده برش زده می شود.این کار نسبتا آهسته است و با سرعت حدود یک اینچ در دقیقه پیش می رود.پس از اره کردن، قطعه سنگ و دستها توسط جاذب روغن تمیز می شوند. سپس قطعه سنگ توسط یک مسواک و آب و صابون شسته می شود.





مرحله بعد ایجاد یک طرح صاف و دقیق با سنباده است.در این مرحله یک سنباده (سرد شده توسط آب) هشت اینچی با یکصد چرخ الماس سایشی به ما در حذف گوشه های زاید کمک می کند.





یک خط درفاصله حدود دو سوم ضخامت ورق(نزدیکترین نقطه به قسمت پشت)رسم می شود.



قبل از اینکه سنگ به قطعه چوب چسبانده شود آنرا در بالای گرمکن موم قرار می دهند تا گرم شود درنتیجه موم سریع به آن می چسبد.سنگ باید تمیز و گرم باشد تا یک اتصال محکم و ایمن حاصل شود در غیر اینصورت در اثر جدا شدن اتصال ممکن است ابزار تراش و حتی خود کاربر آسیب جدی ببینند.گوهر تراش باید از محافظ چشم استفاده کند.گرمکن های موم جعبه های فلزی ساده هستند که درونشان یک لامپ روشنایی بعنوان منبع گرمایی تعبیه شده است.



قطعه سنگ و چوب اتصال برای چند دقیقه روی گرمکن قرار می گیرد تا موم نرم و روان شود و اتصال صورت گیرد.سپس مجموعه خنک می شود و اتصال صورت گرفته آزمایش می شود تا از استحکام آن اطمینان حاصل شود.مرحله بعد سنباده زدن وجه سنگ بمنظور ایجاد شکل گنبدی است.



تراش کبوچان یک کار دستی است که در آن چوب اتصال نقش ایفا می کند و این امکان را به شما می دهد که سنگ را با آن گرفته و آنرا کنترل کنید و انگشتان شما را از سایش و آسیب دیدگی محافظت می کند.سایش یکنواخت سنگ یک سطح گنبدی صاف را ایجاد می کند.حدود نیم ساعت زمان لازم است تا سطح گنبدی شکل تراش بخورد.سنگ از سمت لبه ها به سمت مرکز سائیده می شود.در اینجا خط مرجع به بررسی وضیعت تراش کمک می کند.عملیات سایش با ایجاد شکل کامل به پایان می رسد.



مرحله بعد سنباده زنی یا یک کمربند کاربید سایشی ۲۲۰ است. حرکت نوسانی که در بخش تراش نیز وجود داشت حال در اینجا نیز وجود دارد.پس از سنباده زنی ، قطعه سنگ باید برای بررسی خراش ها خشک شود و زمانی که فقط خراش های حاصل از کمربند سایشی ۲۲۰ روی آن باقی ماند باید آنرا توسط کمربند ۳۲۰ نیز سنباده زد و پس از این مرحله باز توسط کمربند سایشی ۶۰۰ سنباده زده می شود تا خراشهای کمربند ۳۲۰ نیز حذف شوند.حال شما یک سطح صاف و نیمه صیقلی دارید.



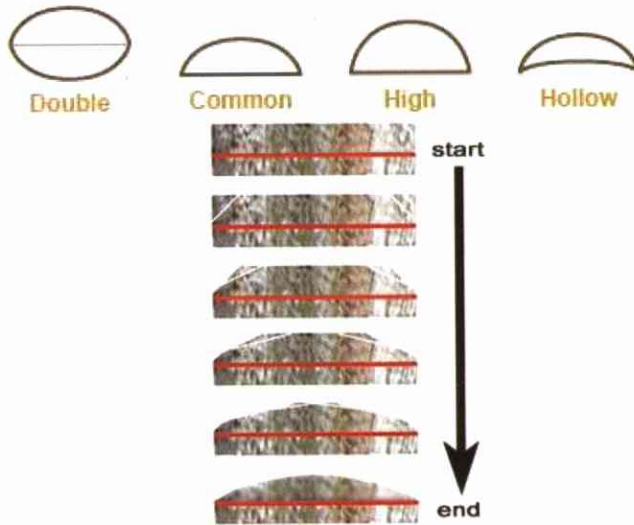
مرحله بعدی صیقل کاری توسط یک صیقل دهنده چرخشی است که لایه ای برای نگهداری ترکیب شیمیایی صیقل دارد.لایه توسط بطری اسپری مرطوب می شود و سپس خمیری از اکسید سریوم هم روی سنگ و هم روی لایه قرار داده می شود.حال صیقل کاری با فشردن سنگ به لایه آغاز می شود.زمانیکه لایه خشک میشود بهترین کیفیت صیقل ایجاد می شود. گرمای صیقل حاصل از اصطکاک می تواند باعث جدایی چوب اتصال از سنگ شود بنابراین لازم است اجازه دهیم سنگ بطور متوالی سرد شود.

لایه ای دیگر در طرف دیگر صیقل دهنده وجود دارد که آغشته به اکسید قلع است و صیقل بهتری را برای تعدادی از سنگها نسبت به اکسید سریوم ایجاد می کند.خمیر صیقل باعث ایجاد ناپاکیهایی روی سطح سنگ می شود که توسط یک مسواک و آب وصابون پاک می شود.





مرحله پایانی! حال باید سنگ را در یک فریزر قرار دهید این کار باعث می شود موم چوب اتصال ، شکننده شود و اتصال خود را از دست بدهد.پس از ریزش موم ، سطح پشتی سنگ توسط یک تیغه فلزی تمیز می شود.



شرایط لازم برای تراش سنگ بصورت کبوچان:

۱-دارای پدیده باشند.
۲- ناخالصی زیاد داشته باشند یا بسیار نرم باشند یعنی دارای سختی زیر ۷ باشند.
۳- نور از آنها عبور نکند.

ماشین های سایش و صیقل کاری(Grinding and Polishing)

ماشینهای سایش شامل یک دیسک فلزی است که سطح یا لبه آن با ماده ساینده پوشیده شده است. این دیسکها در دو مدل مختلف وجود دارند:

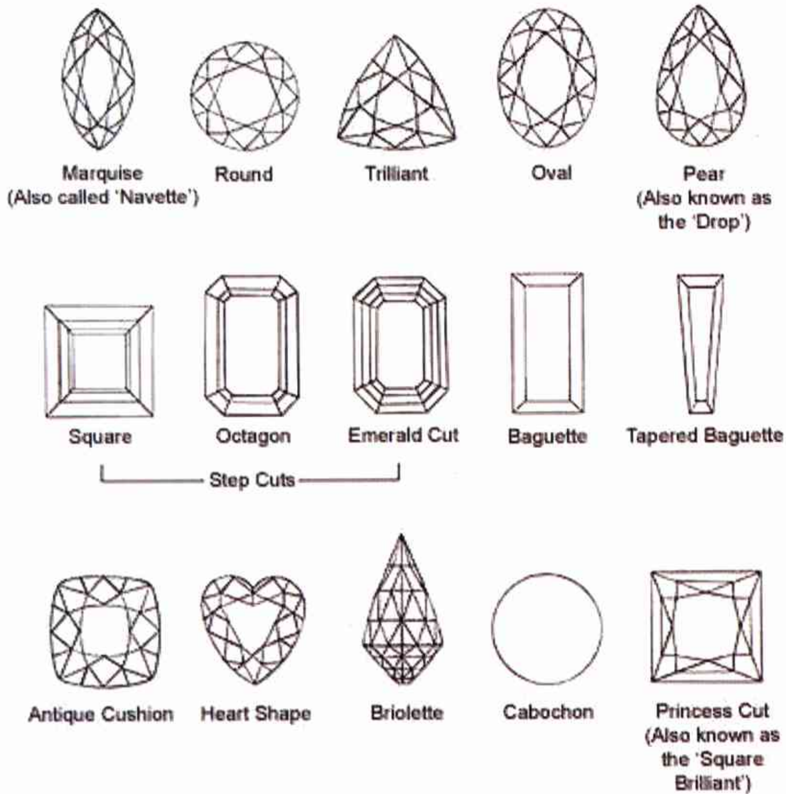
- flat "laps" که بصورت افقی استفاده می شود.
- upright "wheels" که بصورت عمودی استفاده می شود.



A horizontal "flat lap" used primarily for slices and the bases of carvings and cabochons, a combination grinding/polishing unit with vertical "wheels" used primarily for producing cabochons.

شکل(Shape)

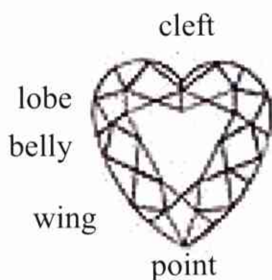
برای تشخیص شکل سنگ آنرا بصورت فیس داون قرار داده و شکل سنگ را از بالا می بینیم.



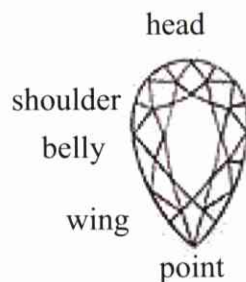
ابعاد استاندارد برای اشکال مختلف

Round	Oval	Pear	Heart	Marquise	Square	Baguette
1.50	5 × 3	5 × 3	4 × 4	4 × 2	2 × 2	4 × 2
1.75	6 × 4	6 × 4	5 × 5	5 × 2.5	3 × 3	5 × 2.5
2.00	7 × 5	7 × 5	6 × 6	6 × 3	4 × 4	6 × 3

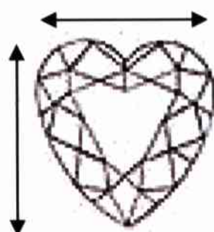
قسمتهای مختلف اشکال فانتزی

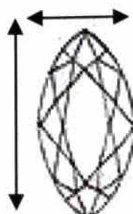


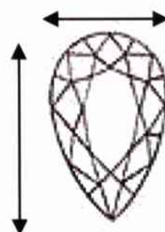


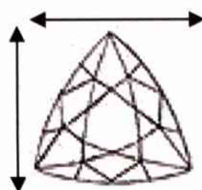


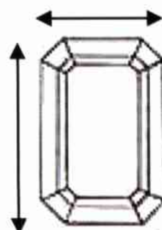
ابعاد طول/عرض












Antique Cushion Double Rose, Baguette Oval Triangle Facet, Faceted Almond


Barrel5


Barrel roll top


Fan cut


Bullet Checker board Cut


Bridge cut


Bridge cut2


Pear checkerboard


Double triangle


Buff top lily


Buff top flower


Briolette

گوهر(Gem stone)

هر سنگی که پس از تراش و صیقل برای زیور آلات استفاده شود را سنگ جواهر می گویند.
(لغت gem در کتاب الجماهرفی معرفه الجواهرابوریحان بیروني بکار رفته است.)
خصوصیات یک سنگ جواهر عبارتند از:

۱-Beauty

Beauty خود شامل شش بخش زیر است:
Color,brilliancy, luster,dispersion,scintillation,transparency

۲- Rarity
۳-Durability

Durability خود شامل سه بخش زیر است:

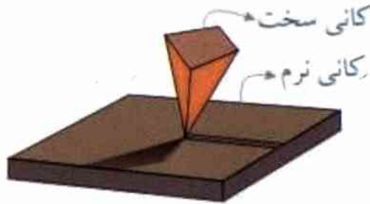
Hardness: مقاومت گوهر در برابر خراش را میگویند.

Moh's Hardness Scale

نام کاني	درجه سختي	وسیله خراش
تالك	1	
ژیپس	2	ناخن
کلسیت	3	سکه مسي
فلوئوریت	4	تیغه چاقو
آپاتیت	5	شیشه
ارتوکلیس	6	سوهان
کوارتز	7	چیني بدون لعاب
توپاز	8	
کراندوم	9	
الماس	10	

روش تعیین درجه سختي كاني ها:

اگر دو كاني را روي هم بكشيم هميشه كاني سخت تر بر روي كاني نرمتر خط مي اندازد يعني كاني كه روي كاني ديگر شيار توليد كند سخت تر است.



Toughness : مقاومت گوهر در برابر ضربه را میگویند.(يشم سمبل ضربه پذيری است.)
Stability: مقاومت گوهر در برابر مواد شیمیایی ، نور و حرارت را میگویند.

۴-Fashion
۵-Portability

Ornamental Stones:

به سنگهایی که هر کدام از خواص stability,beauty,rarity یک سنگ جواهر را به مقدار کمی داشته باشند می گویند مانند سنگهای تزیینی.

طبقه بندی ساختمانی گوهرها

Crystalline material:

دارای ساختمان کریستالی منظم و مشخص می باشند که شامل موارد ذیل است :
Minerals : بصورت طبیعی در معادن یافت میشوند. ساختمان کریستالی منظم و ترکیب شیمیایی تقریبا ثابت دارند مانند الماس و یاقوت
Synthetic minerals : یک معدنی مصنوعی است که دقیقا مانند نوع طبیعی میباشد مثل الماس مصنوعی
Rocks: از کنار هم قرار گرفتن دو یا چند ماده معدنی که هر کدام دارای ساختمان کریستالی مشخص و منظم میباشد تشکیل شده است مانند لاجورد.

lapislazuli: pyrite+calcite+lazurite

Amorphous :

دارای نظم مشخص کریستالی نمی باشند که شامل موارد ذیل است :

Organic: دارای منشا گیاهی یا حیوانی هستند مثل کهربا ، مرجان ، مروارید و عاج.

glass: این دسته هم بصورت طبیعی و هم بصورت مصنوعی یافت میشوند و بدلیل اینکه بسیار سریع از حالت مایع به جامد در می آیند هیچگونه نظم مولکولی ندارند مانند moldavite , obsidian که هر دو جز شیشه های طبیعی هستند.

Plastic: موادی هستند که بسادگی تغییر فرم میدهند و بعنوان مشابه به سنگهای جواهر از آنها استفاده میشود.

Aggregate:

چنانچه نظم درونی منجر به نظم بیرونی شود کریستال میگویند واگر نظم درونی منجر به نظم بیرونی نشود aggregate میگویند که خود شامل موارد زیر است:

Micro crystalline: در این نوع ذرات تشکیل دهنده به حدی بزرگ بوده که با بزرگنمایی کمتر از ۱۰۰x قابل مشاهده است مانند jade

Cryptocrystalline: در این نوع ذرات تشکیل دهنده به حدی ریز بوده که برای مشاهده آنها به بزرگ نمایی بیش از ۲۰۰x نیاز است مانند agate,turquoise

Semi crystalline:

گوهرهایی هستند که درآن مناطق کریستالین با یک ماده آمورف ترکیب شده اند ومنشا این مواد اغلب ارگانیک است . مروارید یک نمونه از آن است که در آن کریستالهای aragonite ریز با یک ماده آمورف بنام conchiolin بهم می چسبند.

طبقه بندی گوهرها از نظر پیدایش

Minerals

Synthetic minerals

Man made:سنگهای جواهری که هیچ شباهتی از نظر مشخصات فیزیکی و شیمیایی به نوع طبیعی ندارند اما از نظر ظاهر شبیه به یک سنگ طبیعی میباشند مانند C.Z.,G.G.G.,Y.A.G.

Organic

Rock

Minerloid: فقط ریشه معدنی دارند و فاقد ساختمان کریستالین اند مانند برخی از انواع اپال و nat. glass

Man made mineraloid: man made glass, plastic

Origin:

منشا جغرافیایی سنگ در سنگهای رنگی اهمیت بسیار بالایی دارد.



"velvet" obsidian & "Snowflake" obsidian



Obsidian artifacts



Libyan desert glass , faceted Moldavite in jewelry , Moldavite cabochon



Chinese writing stone , lapis lazuli , Unakite popular gem rocks

مشابه(Imitation)

این دسته میتواند هم مصنوعی و هم طبیعی باشد و معمولا مشابه یک سنگ جواهر قیمتی تر از خود است.این دسته میتواند شامل انواع دیگر باشد.

Red spinel	Ruby
Blue spinel	Blue sapphire
Apatite	Emerald
Flourite	Emerald

گوهرهای بهبود یافته(Treated gems)

هر سنگ جواهری که توسط بشر تغییری در زیبایی و رنگ آن داده شود را گویند که این عمل در واقع منجربه بهبود کیفیت سنگ می شود.برخی از اعمال بهبود کیفیت عبارتنداز: fracturefilling,heat,dyeing

گوهرهای اسمبل شده(Assembled gems)

از روی هم سوار کردن دو یا چند قطعه سنگ جواهر طبیعی یا مصنوعی، مشابه یا غیر مشابه حاصل می شود که بمنظور دستیابی به وزن یا حجم بالاتر گوهر و یا گمراه کردن بیننده و یا هر دلیل دیگری انجام می شود. مانند doublet or triplet opal

Visual observation :

۱-Color
۲-Cut
۳-Clarity
۴-Carat weight
۵-Phenomena
۶-Luster
۷-Transparency
۸-Brilliancy or brightness = life=inter luster
۹-Dispersion or fire
۱۰-Shape

1c.t.=100point & 1gr.=5ct.

color ,cut,clarity,carat weight: 4c's

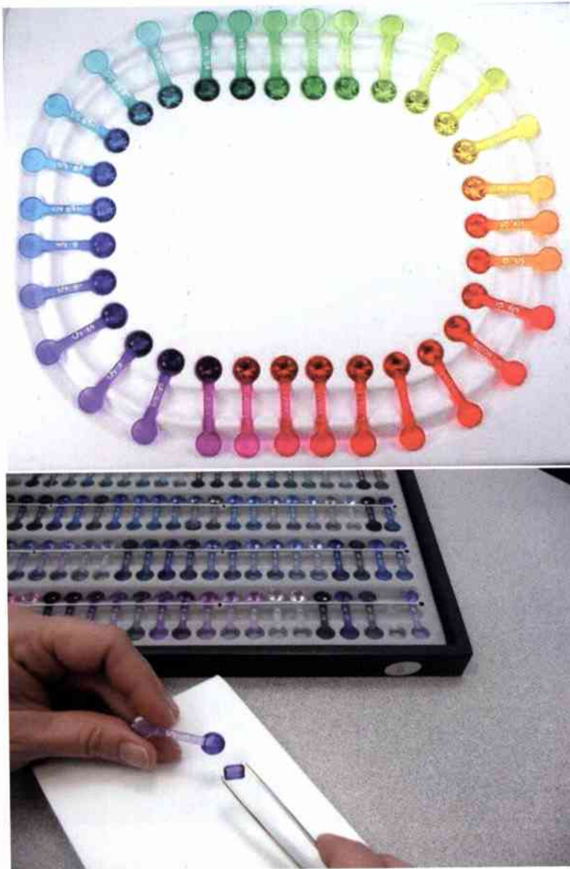
رنگ(Color)

رنگ شامل سه جز **hue ,saturation,tone** است که شرح آنها در ذیل آمده است:

Hue: به رنگ اصلی سنگ گفته میشود که شامل شش رنگ است.

تعیین hue با توجه به G.I.A. GemSet

بر روی نمونه های این کیت علاوه بر اینکه نام رنگ بصورت حروف اختصاری حک شده است دو شماره که با ممیز از هم جدا شده اند مشاهده می شود که اولی مربوط به تن و دومی مربوط به غلظت رنگ است. در این روش با مقایسه رنگهای کلیدی (یا همان قسمتهای رنگی براق که به آنها Key colors نیز گفته می شود) گوهربا نمونه کیت زیر نور سفید hue مشخص می شود.



رنگهای غالب و مغلوب: رنگهایی که بین دو رنگ باشند مثلا قرمز مایل به نارنجی که به آن orangish red گفته می شود و در آن قرمز رنگ غالب و نارنجی رنگ مغلوب است .رنگ مغلوب پسوند ish میگیرد وبرای نوشتن علامت اختصاری آن رنگ غالب را با حروف بزرگ و رنگ مغلوب را با حروف کوچک می نویسیم که در این مورد می شود :o.R.

Color	Code	Name
	R	red
	oR	orangy red
	RO/OR	red-orange or orange-red
	rO	reddish orange
	O	orange
	yO	yellowish orange
	oY	orangy yellow
	Y	yellow
	gY	greenish yellow
	YG/GY	yellow-green or green-yellow
	styG	strongly yellowish green
	yG	yellowish green
	slyG	slightly yellowish green
	G	green
	vslbG	very slightly bluish green
	bG	bluish green

Color	Code	Name
	vstbG	very strongly bluish
	GB/BG	green-blue or blue-green
	vstgB	very strongly greenish blue
	vslgB	very slightly greenish blue
	B	blue
	vB	violetish blue
	bV	bluish violet
	V	violet
	vP	violetish purple
	P	purple
	rP	reddish purple
	RP/PR	red-purple or purple-red
	stpR	strongly purplish red
	slpR	slightly purplish red
	R	red
	Pk	pink (exception)
	Brn	brown (exception)

صورتی همان رنگ قرمز است با تن روشن و قهوه ای رنگ نارنجی با غلظت رنگ پایین

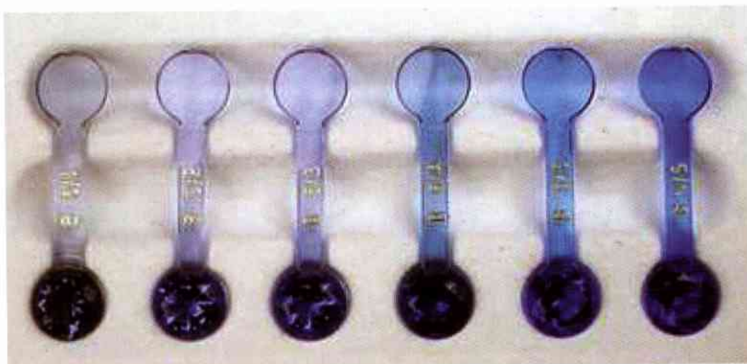
غلظت(Saturation):به مقدار اشباع شدن رنگ درسنگ گفته می شود که در درجه بندی و تشخیص و نیز قیمت سنگ تاثیر مستقیم دارد .
برای تعیین میزان غلظت رنگ درون یکی از پخ ها (facet) که دارای براقی است نگاه میکنیم و آنرا تعیین میکنیم و از یک تا شش رده بندی میشود که عدد شش بالاترین غلظت رنگ است.
شش درجه تقسیم بندی عبارتند از:

1 (brownish/greyish)
2 (slightly brownish/greyish)
3 (very slightly brownish/greyish)
4 (moderately strong)
5 (strong)
6 (vivid)

رنگهای گرم شامل زرد - نارنجی و قرمز(غلظت تا قهوه ای کاهش یافته:desaturated to brown)
رنگهای سرد شامل بنفش - سبز و آبی(غلظت تا خاکستری کاهش یافته:desaturated to grey)



GIA's six degrees of warm hue saturation



GIA's six degrees of cool hue saturation

تن(Tone): به میزان تاریکی و روشنایی در سنگ تراش خورده گفته می شود.عدد صفر برای بی رنگ و عدد ده برای سیاه استفاده می شود.

Tone	Scale	Name
	0	colorless or white
	1	extremely light
	2	very light
	3	light
	4	medium light
	5	medium
	6	medium dark
	7	dark
	8	very dark
	9	extremely dark
	10	black

بهترین وضعیت برای تن ابتدا medium و بعد از آن medium light است.

برای درجه بندی رنگ سنگهایی که دارای پدیده تغییر رنگ هستند باید از دو منبع نوری سفید و زرد استفاده کرد و زیر نور هرکدام از این منابع نوری رنگ سنگ بطور مجزا درجه بندی شود و برای هرکدام یک عدد overall کلی در نظر بگیریم و سپس از دو عدد میانگین گرفته تا درجه بندی اصلی رنگ گوهر مشخص گردد.اعداد بدست آمده عمدتا بهم نزدیک است و نیز رنگهای گرم زیر نور زرد مهمتر از رنگهای سرد است.نکته دیگر اینکه میزان و شدت تغییر رنگ در زیر دو منبع نوری هرچه بیشتر باشد ارزش سنگ بالاتر میرود.

Idiochromatic & Allochromatic Gems

در سنگهای idiochromatic عامل رنگ دهنده بخشی از فرمول شیمیایی سنگ است مانند pyrite & peridot



Peridot (Fe^{+2}), rhodocrosite (Mn), cuprite (Cu^{+1}), malachite (Cu^{+2})

در سنگهای allochromatic عامل رنگ دهنده مجزا از فرمول شیمیایی سنگ است مانند corundum

تناسب(Proportion)

تنا سب یا نسبت ابعاد فیزیکی سنگ و قسمتهای مختلف آنرا proportion می گویند که میتوان با اندازه گیری آن کیفیت تراش سنگ را مشخص کرد و برای مشخص کردن تناسب موارد زیر را درجه بندی می کنیم:

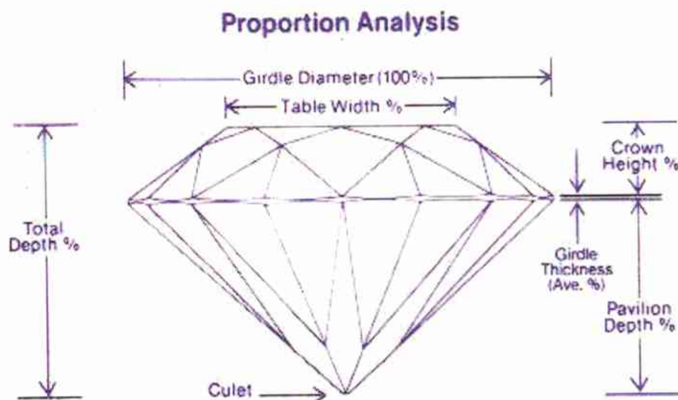
۱- Total Depth Percentage: نسبت عمق (table تا culet) به عرض (girdle diameter)را می گویند که در سنگهای رنگی بین ۷۵-۶۰ درصد و در الماس ۶۳-۶۱/۲ درصد است بدین معنی که عمق سنگ معادل ۶۳-۶۱/۲ درصد عرض آن است.

Total depth / girdle diameter X 100

۲-length / width ratio

۳-Crown to pavilion ratio : در برش سنگی که بصورت استاندارد تراش خورده است قسمت تاج نباید کمتر از یک پنجم و بیشتر از یک سوم کل عمق سنگ باشد. بعضی اوقات سنگها بدون تاج یا با تاج بلند دیده میشوند که بدلیل تراش بد آن است و گاهی اوقات دو سنگ با عمق مشابه دیده میشوند ولی نسبت متفاوت تاج به عمق سنگ را دارند.
نسبت ۱/۴ ایده آل ترین حالت ممکن است.

۴-Pavilion bulge : تراشکاران معمولا در زمان تراش سنگ سعی میکنند حداکثر وزن سنگ را حفظ کنند که یکی بدلیل دریافت اجرت بیشتر می باشد و دیگر اینکه مشریان هم خواهان بیشترین وزن هستند.
دو راه برای بالا بردن وزن سنگ وجود دارد:
۱-pavilion bulge
۲-girdle thickness
که تراشکار از هر کدام از این راهها استفاده کند براقی را قربانی وزن کرده است.
معمولا تمام سنگهایی که step cut تراش میخورند تا اندازه ای bulge دارند.
برای اندازه گیری آن دو خط از دو طرف girdle در نظر بگیرید وآنرا به culet ختم کنید و با کمان سنگ مقایسه کنید تا درصد bulge را تخمین بزنید.اگر سنگی دارای bulge زیاد باشد crown آن کوچکتر از اندازه استاندارد بنظر میرسد.
همانطور که گفته شد روش دیگر بالا بردن وزن سنگ ضخیم بودن کمربند آن است.اگر کمربند نازک باشد امکان شکستن یا لب پر شدن آن موقع سوار کردن وجود دارد و اگر بیش از حد ضخیم باشد باعث خروج بی موقع نور از سنگ و کاهش کیفیت براقی سنگ میشود اما وزن سنگ بالا میرود.
بهترین حالت برای درجه ضخامت کمربند thin to medium است.



جلای سطحی(Luster)

نوری که از سطح سنگ به چشم ما میرسد را گویند که به R.I.,Polish,Hardness بستگی دارد و انواع آن بشرح زیر است:

1-metalic……………………...…….hematite,pyrite,gold
2-adamantine…………………………diamond
-sub adamantine…………………...….c.z.,g.g.g.
3-vitrious……………………………...ruby,emerald,topaz
4-resinous……………………….……amber
5-waxy-dull…………………………jadeite,turquoise,agate
6-greasy……………………….………nephrite
7-pearly………………………………..pearl,shell
8-silky……………………………..…..star ruby, tiger's eye,cat's eye

پدیده(Phenomena)

Color change: خاصیت تغییر رنگ در زیر نور زرد یا آفتاب و زیر نور سفید را گویند مانند c.c.sapphire, alexandrite که بدلیل جذب انتخابی نور یا selective of light absorption است.



Alexandrite: incandescent (blue-violet), daylight (teal)



Color change tourmaline: incandescent (mauve pink), daylight (purple)

Aventurescence: وجود ذرات خارجی فلز گونه مانند هماتیت دو درون سنگ باعث ایجاد این پدیده میشود مثل sun stone, man made gold stone که بدلیل reflection of light است.



Asterism: حرکت نور به شکل چند خط متقاطع که یک ستاره ۴ یا ۶ یا ۱۲ پر را بوجود می آورد مانند Star ruby(6 or 12 rayed), star spinel (4 or 6 rayed) که بدلیل reflection of light است.



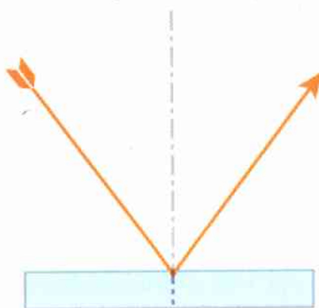
Star stones: ruby, sapphire, (6 rayed), moonstone (4 rayed)

Synthetic star stones ها اغلب دارای star خیلی تیز هستند که در مقایسه با نوع طبیعی بازوهای باریک تری دارند و رنگ آنها خیلی خوب است.این سنگها را برخلاف نوع طبیعی که double cabochon تراش می خورد به روش single cabochon می تراشند.

Chatoyancy : وجود یک silk و یا حرکت نور در تمام سطح سنگ به شکل خطی صاف که باعث ایجاد پدیده tiger's eye, cat's eye می شود را گویند که بدلیل reflection of light است.



Rarities: cat'seye Tanzanite, zircon and precious topaz



درChatoyancy خوب علاوه بر اینکه چشم باید قوی و بطور مستقیم در مرکز سنگ قرار گرفته باشد مشخصات زیر نیز باید وجود داشته باشد:

۱-با نور over head یک چشم قوی ببینیم.

۲-با حرکت منبع نوری به یک طرف و روشن کردن گوهر از پهلو اثر **"milk and honey"** بوجود آید.(یک طرف روشن و یک طرف تاریک)

۳-با استفاده از دو منبع نوری و حرکت آنها از مرکز به طرفین " چشم " به دو نیم تقسیم شود که هر نیم از یک منبع نوری پیروی کند.**(opening and closing)**



Cat'seye tricks: single eye, milk and honey effect, the beginning of the opening and closing effect as the single eye is splitting into two

Play of color : مخصوص سنگ اپال از نوع قیمتی است که جهش رنگ بصورت رنگین کمانی باعث ایجاد این پدیده میشود و این جهش رنگ نیزبدلیل refraction or diffraction of light است.



Precious opals: black opal,precious Mexican opal, white precious opal pendant, matrix opal, "contra luz" opal (a rare type with a different display of colors in reflected versus transmitted light)

Orient: هاله ای رنگی در تمام سطح سنگ باعث ایجاد این پدیده میشود مانند مروارید و صدف که بدلیل refraction or diffraction of light است.



Displays of orient: baroque freshwater cultured pearl, cultured Tahitian black pearl, abalone shell doublets

Labradorascence: درخشش فلز گونه که در سطح سنگ رنگهای آبی- سبز و زرد ایجاد میکند و بعلت وجود لایه های lamellar و نیز تداخل پرتوهای نور منعکس شده از ورقه های لایه لایه درون سنگ بوجود می آید که درواقع بدلیل refraction or diffraction of light است.



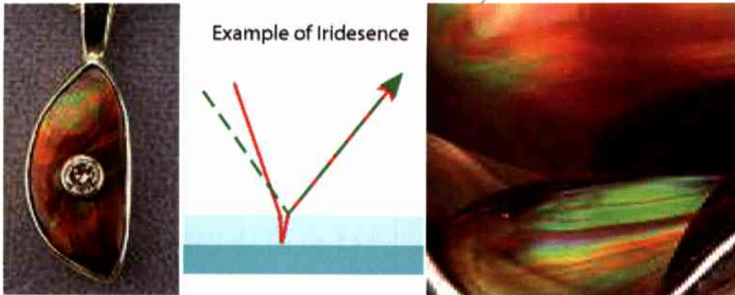
Adularscence: این پدیده فقط در خانواده فلدسپار دیده میشود. یک نوع پدیده با براقی آبی یا سفید رنگ میباشد مانند moon stone که بدلیل refraction or diffraction of light است.



Adularescence in moonstone: rainbow, blue and white moonstones

Iridescence: اثری است که در اثر برخورد پرتوهای نور به لایه های نازک فیلم مانند مایع یا گاز در درون سنگ پدید میاید مانند fire agate که بدلیل refraction or diffraction of light است.

Fire agate: یک نوع عقیق است که روی آن توسط لایه ای از iron oxide (limonite) پوشیده شده است.



Fire agate cabochon in a pendant, a close up view of some fire agate colors

Ammolite: این گوهر حاصل از فسیلی شدن نرم تنان صدف دار از بین رفته بنام ammonite است.



A fine specimen with rare blue and violet colors, and one with the more commonly seen red, a 10x view of green, blue and red iridescence on an ammolite

شفافیت(Transparency)

شفافیت به درجات مختلف تقسیم میشود که عبارتند از:

Transparent(Tp.): نور به راحتی عبور میکند و مقدار بسیار کمی از آن جذب می شود و حروف به راحتی در زیر سنگ دیده می شود مانند الماس و یاقوت

Semi transparent(S.Tp.): اگر خطی در زیر سنگ قرار گیرد نوشته آن براحتی دیده نمیشود مانند اپال

Translucent(Tl.): نور وارد سنگ میشود ولی خطوط اصلا دیده نمیشود مانند عقیق

Semi translucent(S.Tl.): نور فقط از اطراف سنگ عبور میکند مانند Chrysoprase

Opaque(Op.): نور به هیچ عنوان از سنگ عبور نمیکند مانند فیروزه

آتش سنگ (Dispersion)

زمانیکه نور سفید به یک منشور برخورد می کند به هفت طیف نوری تقسیم می شود که به تجزیه نور سفید به این هفت رنگ را در سنگ تراش خورده Dispersion می گویند و این تجزیه نور بعهده crown facet می باشد.عدد Dispersion اختلاف عدد .R.I بین طیف قرمز وطیف بنفش است.

معمولا خاص سنگهای بی رنگ و با شکست نور بالا مانند zircon,c.z.,diamond است اما دو سنگ رنگی بنامهای Demantoid garnet,Sphene وجود دارد که Dispersion آنها از الماس بالاتر است.

هر چه .R.I بالاتر باشد لکه های رنگی درون سنگ یا همان Dispersion بیشتر می شود.

Demantoid: 0.057 Sphene: 0.051 Diamond: o.o44



تلالو یا چشمک زدن ویا جرقه زدن (Scintillation)

بـه تاریـک و روشـن شـدن روی پـخ هـا زمانیکـه سـنگ را بصـورت عمـودی تکـان میـدهیم scintillation یا sparkling میگویند که به سه عامل زیر بستگی دارد:

۱- تعداد پخ ها ۲- کیفیت صیقل ۳- ضریب شکست نور



آب سنگ(Brilliancy)

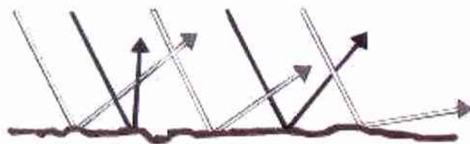
نوری کـه وارد سنگ میشود و یـک چـرخش کامل در درون سنگ انجـام میدهـد و بـه چشم بیننده میرسد را Brilliancy یا آب سنگ میگویند کـه در هر سنگ بـه رنـگ همـان سنگ است و بـه عوامل زیر بستگی دارد:

۱- صیقل مناسب سنگ : هرچه سنگ دارای سطحی منظم تر و صاف تر باشد آب سنگ افزایش می یابد.

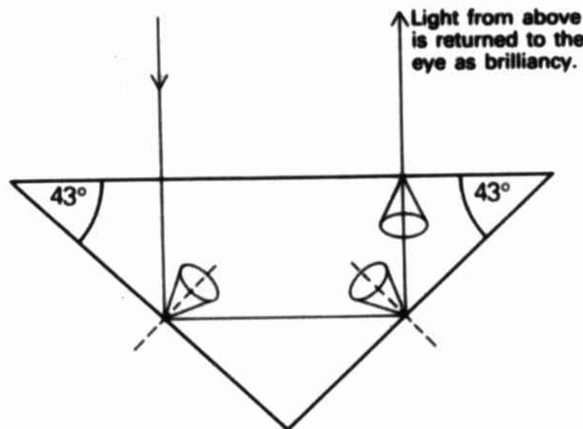


آب سنگ مناسب درنتیجه صیقل خوب

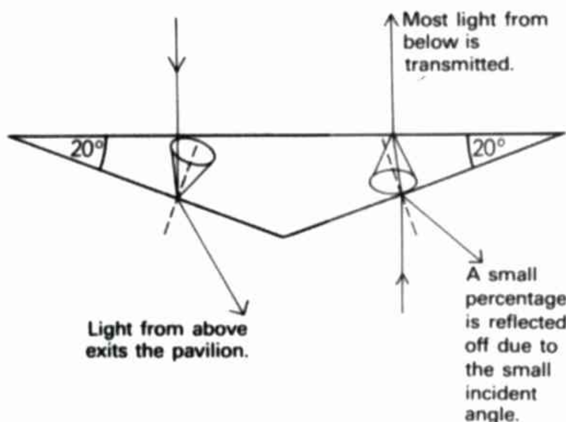




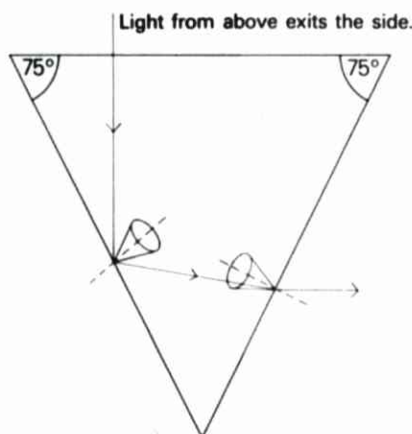
2- پاکی و شفافیت سنگ
۳- ضریب شکست نور یا .R.I : هرچه .R.I بالاتر رود آب سنگ افزایش می یابد.
۴- تناسب مناسب سنگ یا Proportion
وظیفه نشان دادن آب سنگ بعهده Pavilion می باشد.
وقتیکه نوری وارد سنگ می شود سنگ برخی از طول موجها را جذب و برخی را عبور میدهد و برخی را منعکس می کند که پخ ها بصورت آینه عمل میکنند تا در حد امکان این نور را به چشم بیننده برسانند .
اگر سنگی بصورت استاندارد تراش نخورده باشد دو حالت extinction , window رخ می - دهد.
درحالت ایده آل تناسب سنگ، حداکثر نور ممکن به چشم می رسد در نتیجه آب سنگ (براقی) افزایش می یابد.



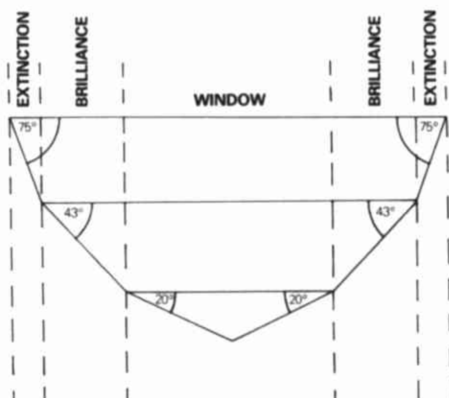
اگر تراش سنگ بصورت پاویلیون کوتاه یا too shallow باشد پنجره ای در پاویلیون بوجود می -آید که باعث فرار نور از این منطقه بجای منعکس شدن آن می شود و در نتیجه باعث می شود که هم تن سنگی روشن شود و هم براقی سنگ کاهش پیدا کند. (window)



اگر تراش سنگ بصورت پاویلیون بلند یا too deep باشد باعث می شود منطقه ای تاریک در وسط سندان بوجود آید که میزان این تاریکی به عمق پاویلیون بستگی دارد بدین صورت که با افزایش عمق پاویلیون میزان تاریکی بیشتر می شود.این منطقه تاریک نه تنها تاثیر منفی زیادی در براقی دارد بلکه باعث اضافه وزن سنگ هم می شود ونیز تن سنگی را تیره می کند. (extinction)

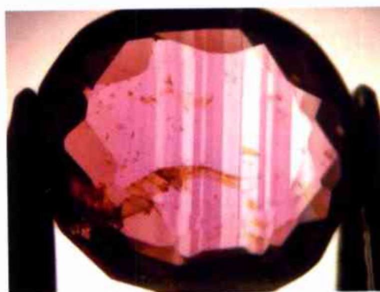


اگر تراش سنگ بصورتی باشد که pavilion bulge آن زیاد باشد بخشی از سنگ تیره و بخشی روشن بنظر می رسد.





This well-cut Thai/Cambodian ruby shows a combination of both brilliance and extinction. Photo by Richard W. Hughes.



This Burmese ruby is cut so shallow that light passes straight through, revealing strong color zoning and yellow stains in feathers. In this stone, brilliance is almost entirely absent, with only a large central window and extinction near the edges being visible.

تقسیم بندی سنگها بر اساس فرمول شیمیایی

1) silicate : peridot , garnet , topaz , emerald , quartz
2)oxide : corundum , spinel , chrysoberyl
3)phosphate : turquoise
4)carbonate : calcite

الماس بدلیل اینکه تک عنصری است جز این گروه قرار نمی گیرد.
Group: سنگهای یک گروه دارای ساختار یکسان بوده ولی بخشی از فرمول شیمیایی آنها متفاوت میباشد مانند: Feldspar, Jade, Garnet
Species: سنگهای یک Species باید دارای فرمول و ساختار کاملا یکسان باشند ولی ممکن است از نظر ظاهر شبیه هم نباشند مانند الماس و کراندوم.
Variety: زیر مجموعه های یک Species را گویند که گاهی بر اساس رنگ و گاهی بر اساس شفافیت تقسیم بندی میشود.

corundum	**Beryl**
R. sapphire(Ruby)	Emerald(b.G , y.G)
B. sapphire	Aquamarine(B.)
O.sapphire	Morganite(Pk.)
	Bixbite(R.)
	Helidor(g.Y.,Y.)
	Goshenite(C.)

Sery : زمانی که دو Species از یک گروه با هم ترکیب میشوند نتیجه یک sery است که دارای ساختار کریستالی منظم است مانند:

Pyrope+Almandite = Rhodolite
Pyrope+Spessartite = Malaya

مثالی برای درک بهتر مبحث:

Species: Quartz
Sub species: Chalcedony
Variety: Orange
Transparency: Tl.
Trade name: Carnelian

نام تجاری با تغییر رنگ و شفافیت تغییر می کند.

نام دروغی (Misnomer)

این نامها بیشتر در جواهرات fashion و برای جلب توجه خریدار بکار میرود مانند:
Swiss lapis: B.agate
California or cap or clorado ruby: Pyrope garnet
Venus hair stone: Rutilated Quartz
Evening emerald: Peridot
Herkimer diamond: Rock crystal

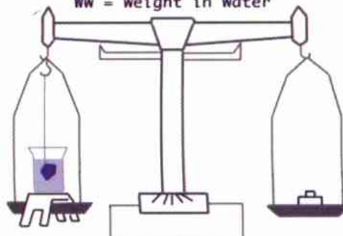
اندازه گیری ابعاد یک گوهر

برای اندازه گیری ابعاد یک گوهر به یک gauge نیاز است.
Gauge به یک صفحه مدرج مجهز است که بوسیله یک شاسی که در موقعیت ساعت ۱۲ قرار دارد صفر می شود و بوسیله یک شاسی دیگرکه در موقعیت ساعت ۱۰ قرار دارد سفت می شود.
برای اندازه گیری عمق، سنگ را از قسمت table روی صفحه نگهدارنده پایینی gauge قرار داده و اندازه را بخوانید سپس بدون بیرون آوردن سنگ، آنرا در موقعیت طولی قرار داده و طول سنگ را محاسبه کنید حال سنگ را بیرون آورده و دستگاه را صفر کنید و عرض سنگ را اندازه بگیرید.



اندازه گیری وزن مخصوص

S.G. یا وزن مخصوص = وزن سنگ در هوا/ وزن سنگ در هوا - وزن سنگ در آب
با افزایش .S.G حجم کاهش می یابد.



مایعات سنگین(Heavy Liquids)

مایعات سنگین یا heavy liquids باید در محیط تاریک نگهداری شوند تا نور باعث تغییر خصوصیات فیزیکی آن نشود و نیز ظروف حاوی آنها باید با درپوش بسته شود تا از تبخیر سطحی آنها جلوگیری شود.

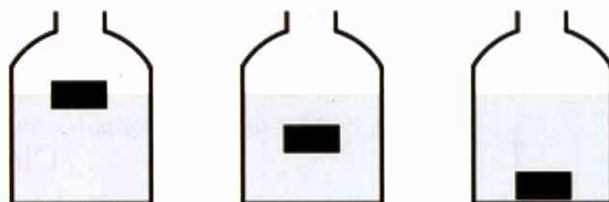


هشدار های ایمنی

از تماس مایعات با پوست باید جلوگیری شود و همیشه باید از پنس برای قرار دادن گوهر در این مایعات استفاده کرد.
اگر مایع با پوست تماس پیدا کرد کاملا پوست را با آب بشویید و اگر با چشم تماس پیداکرد باید چشم را با آب جاری وروان شست و سریعا به پزشک مراجعه کرد.
همیشه باید در محیطی با تهویه هوای خوب این مایعات استفاده گردند.

طریقه استفاده از مایعات سنگین

زمانی که گوهر مورد آزمایش را درون این مایع میاندازیم اگر گوهر بر سطح مایع غوطه ور بماند به این نتیجه می رسیم که .S.G مایع از.S.G گوهر بالاتر است و اگر گوهر در وسط مایع قرار گیرد .S.G مشابهی نسبت به مایع دارد و اگر گوهر در مایع غرق شد و تا انتها پایین رفت بدین معنی است که .S.G آن از مایع بیشتر است.(اگر گوهر بسرعت غرق شود بدین معنی است که .S.G آن از مایع خیلی بیشتر است.)



Float Suspend Sink

انواع مایعات سنگین

در گوهر شناسی چهار نوع مایع سنگین مورد استفاده قرار می گیرد:

- Methylene Iodide - SG = 3.33
- Methylene Iodide diluted with Toluol(رقیق شده با تولوئن)- SG = 3.05
- Bromoform - SG = 2.85
- Bromoform diluted with Toluol - SG = 2.6

علاوه بر چهار مورد بیان شده محلول Clerici با 4.2 = SG درآزمایشگاهها استفاده می گردد.این محلول برای .S.G کمتر می تواند با آب رقیق شود و 4 = SG ویا 3.52 = SG تولید کند.این مایع بشدت سمی است و باید درآزمایشگاههای مجهز و با ایمنی بالا استفاده گردد.

Methylene Iodide

Methylene Iodide (CH_2I_2) همچنین di-idiomethane نامیده می شود با SG of about 3.33در این محلول (3.53) Yellow Topaz غرق و (2.65) Citrine غوطه ور خواهد بود.

Methylene Iodide diluted with Toluol

این مایع با 3.05 = SG براحتی می تواند (3.06) Tourmaline از(3.53) Topaz تفکیک کند.تورمالین در وسط مایع قرار می گیرد و توپاز در این مایع غرق خواهد شد.

Bromoform

Bromoform رقیق نشده 2.85 = SG دارد که برای SG پایین تر می تواند با تولوئن ترکیب شود.

Bromoform diluted with Toluol

Bromoform رقیق شده با تولوئن می تواند برای تشخیص کوارتز با وزن مخصوص ۲/۶۵استفاده گردد.

Clerici Solution

این مایع خیلی سمی با پایه تالیوم (thallium) می تواند با آب رقیق شود و برای Corundum (4) or Diamond (3.52) استفاده گردد.

Sodium Polytungstate

سدیم پلی تنگستن یک ماده شیمیایی غیر سمی است که می تواند بعنوان جایگزین بیشتر مایعات سنگین مورد استفاده قرار گیرد.این ماده بصورت پودر و سفید رنگ است که با آب ترکیب می شود.غلظت بالای این ماده 3.10 است.

Saline Solution

وقتی که ۷ گرم نمک معمولی (Halite) با ۵۰ سی سی آب ترکیب می شود یک محلول با SG = 1.12 حاصل می شود که برای تشخیص کهربا(SG = 1.08) از مشابه های آن استفاده میگردد بدین صورت که اگرسنگ در سطح محلول غوطه ور شود یعنی کهربا است.

کالیبره کردن مایعات سنگین

ازآنجائیکه تبخیر سطحی وشرایط دما ونور می تواند برروی وزن مخصوص مایعات تاثیر بگذارد توصیه می شود ازسنگهای کالیبراسیون که وزن مخصوص مشخص دارند استفاده گردد.اگر این سنگها در وسط مایع قراربگیرند وزن مخصوص مایع مشکلی ندارد درغیر اینصورت باید تنظیم شود.

معمولا گوهر با وزن مخصوص مشخص را به آرامی داخل مایع سنگین می اندازند و قطره قطره آنرا رقیق می کنند تا وقتیکه گوهر در وسط مایع قرار بگیرد، در این حالت وزن مخصوص گوهر و مایع تقریبا برابر است.

Immersion cell

۱-قراردادن گوهر داخل مایعات باعث از بین رفتن زیبایی سنگ شده و دیدن داخل آنرا آسانتر می کند.

۲-معمولا ناخالصی ها نسبت به بدنه گوهر دارای تضاد هستند.

تخمین وزن یک گوهر

ROUND
Diameter × diameter × depth × SG × .0018

OVAL
Diameter × diameter × depth × SG × .0020
(Diameter = average of diagonal, length and width.)

SQUARE CUSHION
Diameter × diameter × depth × SG × .0018
(Diameter = average of diagonal, length and width.)

SQUARE step cut & with cut corners
Diameter × diameter × depth × SG × .0023
(Diameter = average of diagonal, length and width.)

RECTANGLE faceted stones:
Length × width × depth × SG × .0026

RECTANGLE step cut & with cut corners(emerald cut)
Length × width × depth × SG × .0025

RECTANGULAR CUSHION
Diameter× diameter × depth × SG × .0018
(Diameter = Average length and width)

PEAR
Length × width × depth × SG × .00175

HEART
Length × width × depth × SG × .0017

MARQUISE
Length × width × depth × SG × .0016

TRIANGLE
Length × width × depth × SG ×.0018

CABOCHONS

ضریب برای کبوچانهایی که پایینشان تخت است بین 0/0023-0/0029 است و آنهایی که پایینشان تخت نیست بین 0/0024-0.0030 است.بعنوان یک قاعده از فرمولهای زیر پیروی کنید:

High domed cabs
Length × width × depth × SG × .0026

Low domed cabs
Length × width × depth × SG × .0029

فرمولهای بیان شده برای سنگهای با تناسب ابعاد ایده آل و medium/thin girdle است درغیر اینصورت باید موارد زیر اعمال گردد:

GIRDLE

Thin girdle, subtract 1% to 2%
Slightly thick, add 1% to 2%
Thick, add 3% to 4%
Very thick, add 5% to 6%
Extra thick, add 7% to 10%

PAVILION BULGE

Slight, add 3% to 5%
moderate, add 10%
large, add 15% to 20%
Extreme, add 30% or more.

کیولت دراز ناشی از زوایای پاویلیون تند می تواند تا بالای پنج درصد اضافه کند.

SHAPE OUTLINE

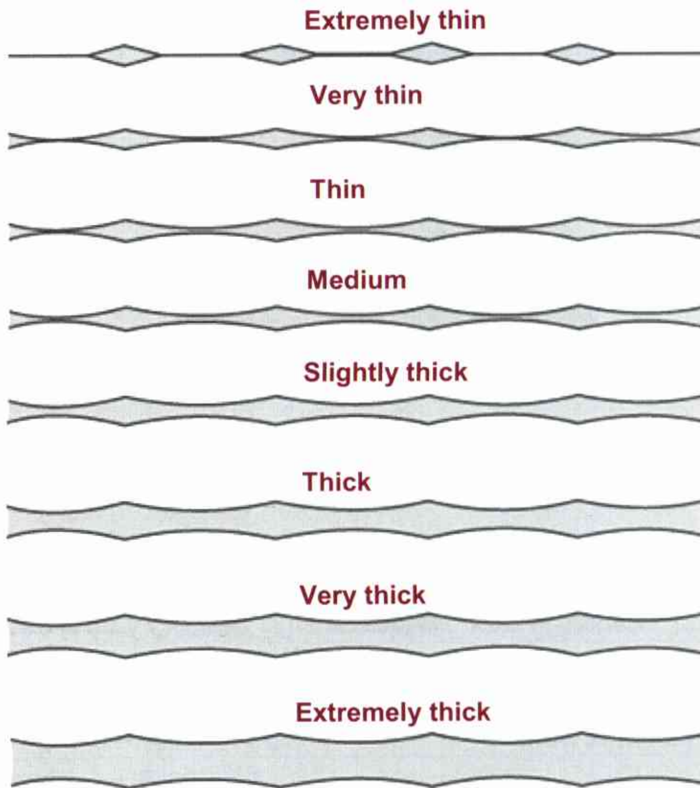
On cut corner square and rectangle, wide corners can decrease weight as much as 5%.

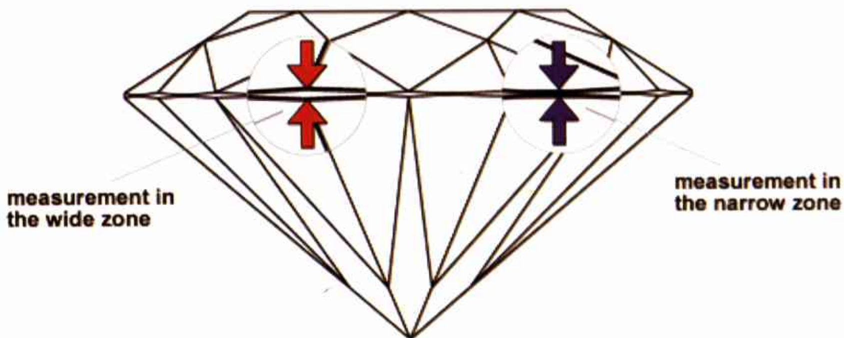
Oval, pear, marquise, and heart, wide wings or high shoulders can add up to 10%. Occasionally, straight shoulders will require a deduction of 1% to 5%.

Marquise and sometime pears will have a very short keel, or none at all. This will reduce the weight by 1% to 3%.

Triangles with straight sides will require a reduction of up to 10%.

ضخامت کمربند(Girdle thickness)



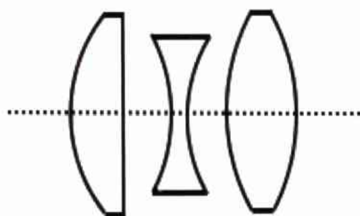


Extremely thin: یک لبه تیز با بزرگ نمایی که با چشم غیر مسلح دیده نمی شود (برخی اوقات به آن لبه چاقو اطلاق می شود.)
Very thin: یک خط خیلی باریک با بزرگ نمایی که با چشم غیرمسلح به سختی دیده می شود.
Thine: یک خط باریک با بزرگ نمایی که با چشم غیرمسلح به سختی دیده می شود.
Medium: یک خط مشخص با بزرگ نمایی که با چشم غیرمسلح بصورت یک خط باریک دیده می شود.
Slightly thick: یک خط آشکار با بزرگ نمایی که با چشم غیرمسلح بصورت یک خط مشخص دیده می شود.
Thick: یک خط خیلی آشکار با بزرگ نمایی که با چشم غیر مسلح بصورت یک خط آشکار دیده می شود.
Very thick: یک خط قابل توجه با بزرگ نمایی که با چشم غیر مسلح خیلی آشکار دیده می شود.
Extremely thick: یک خط خیلی قابل توجه با بزرگ نمایی که با چشم غیر مسلح قابل توجه بنظر می رسد.

ذره بین ده برابر(10x Loupe)

ذره بین یا 10x loupeدر دونوع doublet و triplet وجود دارد که نوع triplet (سه لنزی) تصویرش واضح تر است و در الماس هم کاربرد دارد.این ذره بین ها دارای رنگ بدنه سیاه یا نقره ای مات هستند و زمانیکه روی کاغذ شطرنجی میگذاریم خانه ها باید بدون هیچ گونه انحنایی بزرگ شوند.

برخی از مارکهای معتبر عبارتند از: G.I.A.,H.R.D., Robin & Sons



Three lenses "triplet"



پنس(Tweezers)

پنس با رنگ سیاه یا نقره ای مات با طول ۱۵ سانتیمتر و نوک شیاردار و اندازه ام یک تا ال یک در بازار موجود است.

طرز صحیح گرفتن پنس و ذره بین



طبقه بندی سنگها از نظر ناخالصی

۱- سنگهایی که چه با ذره بین و چه با میکروسکوپ معمولا تمیز هستند:

Beryl	Quartz	Topaz	Garnet	Zoisite
Aquamarine	Citrine (Y.)	B.topaz	R.garnet	Tanzanite
Golden beryl	Smoky quartz	C.topaz		
Pink beryl	Amethyst (V.)			

۲- سنگهایی که با چشم غیر مسلح تمیز هستند اما با ذره بین ناخالصی ها دیده میشود:

Corundum	Garnet	Zircon	Tourmaline	Spinel
Ruby	Rhodolite	B.zircon	Chrome	Orange
Sapphire	Tsavorite	G.zircon	Green	Red

۳- سنگهایی که با چشم غیر مسلح کثیف هستند:

Beryl	Tourmaline
Emerald	Red (rubilite)
Bixbite	Pink

پنج عامل تاثیر گذارناخالصی بروی زیبایی و دوام یک سنگ

۱- اندازه ناخالصی و اینکه با چشم غیر مسلح دیده می شود یا مسلح – بسختی دیده می شود یا براحتی.
۲- رنگ ناخالصی
۳- تعداد ناخالصی
۴- موقعیت ناخالصی
۵- نوع ناخالصی و اینکه آیا فشرده است یا پراکنده – نقطه ای است یا مسطح

در مورد inclusion یاblemish هایی که تاثیر کمی بروی درجه بندی می گذارند می توان بعنوان مثال به یک گروه از کریستالهای بسیار کوچک واقع شده در زیر یک bezel facet که سخت دیده می شود ، سندانی که دارای صیقل ضعیف است ویا color zoning که از face up دیده نمی شود اشاره کرد. (بطور کلی blemish ها تاثیر جزیی بروی ناپاکی سنگ دارند چراکه معمولا با یک عملیات Repolish ازبین می روند.)

در برخی موارد inclusion مانند یک surface reaching fracture به سطح girdle یا crownمی رسد و در نتیجه یا به یک "reflector inclusion" تبدیل می شود بدین معنی که بیننده بدلیل انعکاس نور یک تصویر چند تایی از یک ناپاکی می بیند یا به یک "stab in the heart" (ناپاکی درونی که آشکارا از table سنگ دیده می شود.)



A single "reflector" inclusion which appears, by reflection, to be many, in a diamond: image courtesy of Martin Fuller, a black "stab in the heart" inclusion visible through this sunstone's table.(near center, right)



Needle in quartz

برخی از اشکالات تقارن (symmetry faults)

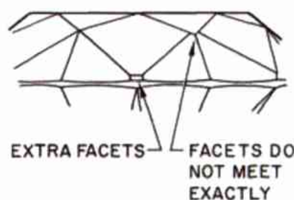
Major symmetry faults:

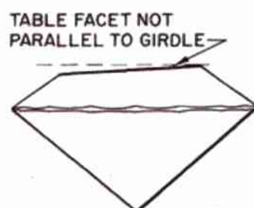
1-poor length to width ratio.
2-poor crown height to pavilion depth ratio.
3-off center culet or keel line.
4-excessively steep crown or pavilion angles.
5- excessively shallow crown or pavilion angles.
6-asymmetrical face up profile.
7-asymmetrical profile out line.
8-inclined table.
9-irregular girdle thickness.
10-wavy girdle line.

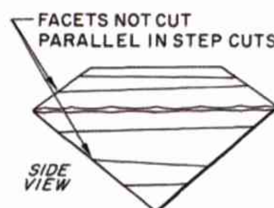
Minor symmetry faults:

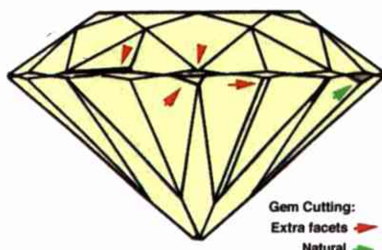
1-abraded facet junction. 2-unpolished girdle thickness.
3-irregularly shaped face











درجه بندی (Grading)

درجه بندی ناپاکی:

TYPE 1

VVS:ناپاکی های خیلی کوچک که دیدن آنها با ذره بین سخت است و با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند.

VS:ناپاکی های کوچک که تا حدی با ذره بین آسان دیده می شود اما با چشم غیر مسلح دیده نمی شود.

SI_{1-2}:ناپاکی های قابل توجه که با ذره بین آشکار است و با چشم غیر مسلح نیز دیده می شود.

SI_2 کاملا دیده می شود.

I_1: تاثیر نسبی روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_2: تاثیر متعدد روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_3: تاثیر متعدد روی زیبایی و دوام سنگ گذاشته است.

TYPE 2

VVS:ناپاکی های کوچک که تا حدی با ذره بین آسان دیده می شود اما با چشم غیر مسلح دیده نمی شود.

VS: ناپاکی های قابل توجه که با ذره بین آسان دیده می شود و با چشم غیر مسلح نیزبرخی اوقات دیده می شود.

SI_{1-2}:ناپاکی های آشکار که با ذره بین بزرگ یا متعدد دیده می شوند و برای چشم غیر مسلح معلوم است .

SI_2 خیلی واضح دیده می شود.

I_1: تاثیر نسبی روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_2: تاثیر متعدد روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_3: تاثیر متعدد روی زیبایی و دوام سنگ گذاشته است.

TYPE 3

VVS: ناپاکی های قابل توجه که با ذره بین آسان دیده می شود و با چشم غیر مسلح معمولا دیده نمی شود.

VS: ناپاکی های آشکار که با ذره بین خیلی آسان دیده می شود و اغلب با چشم غیر مسلح دیده می شود.

SI_{1-2}: ناپاکی های برجسته که با ذره بین بزرگ و متعدد دیده می شوند و با چشم غیر مسلح نیز برجسته دیده می شود . SI_2 خیلی برجسته دیده می شود.

I_1: تاثیر نسبی روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_2: تاثیر متعدد روی زیبایی یا دوام سنگ گذاشته است.

I_3: تاثیر متعدد روی زیبایی و دوام سنگ گذاشته است.

درجه بندی تقارن:

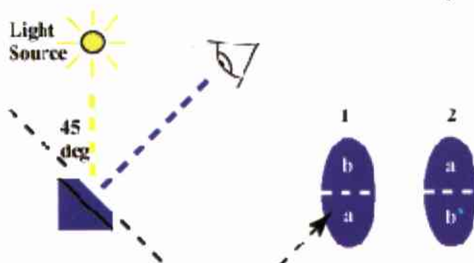
این مرحله صرفا با چشم غیر مسلح انجام می شود:
Excellent: بهترین تناسب
Very good: اشکالات کوچک و بی تاثیر در Overall
Good: اشکالات کوچک و با تاثیر کم در Overall
Fair: اشکالات متعدد که براحتی می توان دید.
Poor: اشکالات متعدد که خیلی راحت می توان دید.

درجه بندی Finish:

Excellent: با ذره بین بدون اشکال است.
Very good: با چشم غیر مسلح بدون اشکال است.
Good: با چشم غیر مسلح کمی اشکالات دارد اما به سختی دیده می شود.
Fair: اشکالات را راحت می توان دید.
Poor: اشکالات را خیلی راحت می توان دید.

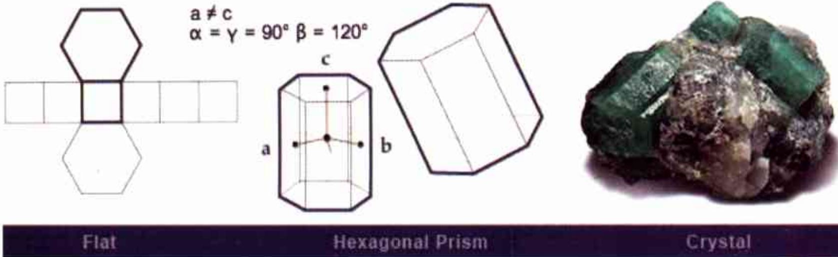
درجه بندی Brilliancy:

Excellent:بیش از ۷۵ درصد Brilliancy دارد.
Very good:۶۵-۷۵ درصد Brilliancy دارد.
Good:۴۰-۶۵ درصد Brilliancy دارد.
Fair:۲۵-۴۰ درصد Brilliancy دارد.
Poor:کمتر از ۲۵ درصد Brilliancy دارد.



گوهر را با پنس در زاویه ۴۵ درجه نسبت به مسیر نور نگه دارید.
اگر شکل گوهر گرد نباشد فقط نصف آن brilliancy را در آن زاویه نشان خواهد داد، در این حالت ابتدا نیمه پایینی شکل یک یعنی قست "a" را در نظربگیرید حال کمی گوهر را تکان دهید تا بازی brilliancy را ببینید. (شما می توانید جابجایی نواحی براق و تیره را مشاهده کنید.)
حال کل نواحی براق و تیره نیمه "a" را تخمین بزنید.
گوهر را ۱۸۰ درجه چرخانده و قسمت "b" شکل دو را در نظر بگیرید و مجددا به روش بالا عمل کنید تا کل نواحی براق و تیره نیمه "b" را تخمین بزنید حال از دو نیمه میانگین بگیرید و brilliancy کل را تخمین بزنید.

(Beryl)بریل



Varieties:
Emerald:b.G.-y.G.(chromium or vanadium)
Green vanadium beryl:light to medium green
Aquamarine:g.B. or blue(iron)
Morganite:Pk.beryl
Helidor:yellow & golden beryl
Bixbite:R.beryl
Goshenite:C.



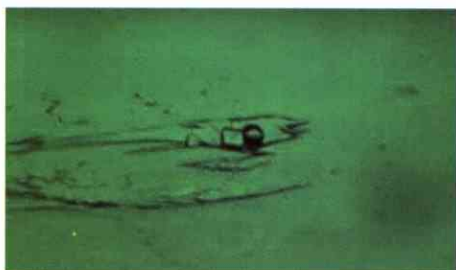
Crystal system:hexagonal
Chemical composition: $Be_3Al_2(SiO_3)_6$
Transparency:tp.- op.
Phenomena:chatoyancy
Hardness:7.5-8
S.G.:2.72
Fracture:conchoidal to uneven
Cleavage:imperfect in one direction
Luster:vit.
Optic character:D.R.
R.I.:1.577-1.583

Inclusions:
2&3phases,fracture,mica,iron stain
Crystal:1-calcite 2-pyrite 3-actinolite 4-tremolite

معادن مهم:
معادن Emerald:کلمبیا-برزیل-افغانستان-زیمبابوه-زامبیا-تانزانیا-پاکستان-روسیه
معادن Aquamarine:برزیل-زامبیا-افغانستان-پاکستان
معادن R.beryl:امریکا
معادن Y.beryl:برزیل-نامبیا-روسیه-سریلانکا-ماداگاسکار
معادن Pk.beryl: برزیل- ماداگاسکار-پاکستان



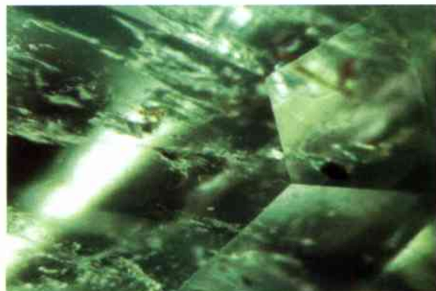
Name "Trapiche"(tra-pee-chee) comes from a type of wheel that is used to grind sugarcane in Colombia.carbon inclusion.



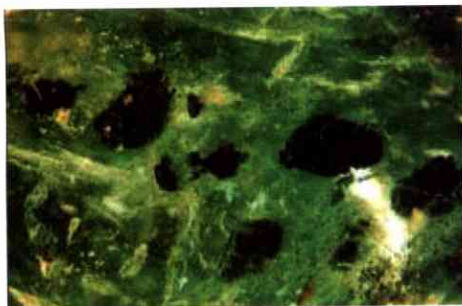


Three phases inclusion in a colombian emerald.





Left:Two phases(dolomite crystal+jagged edges)
Right: Biotite crystal & iron stain.

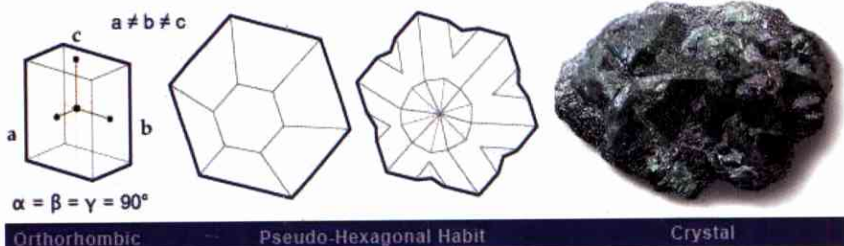



Left:While comparatively rare, amphibole needles are a feature of some Malysheva emeralds, as shown in this photomicrograph produced in polarized light. Specimen courtesy of Tsar Emeralds Corp.; photo: John Koivula/AGTA GTC.
Right: Mica inclusions in a Brazilian emerald




Left:Lathe-shaped flakes of phlogopite mica spin through the green depths of a Malÿsheva emerald. Specimen courtesy of Tsar Emeralds Corp.; photo: John Koivula/AGTA GTC.
Right: One of the most diagnostic features seen was thin liquid films lying on the basal plane, seen here with both reflected and transmitted light. Specimen courtesy of Tsar Emeralds Corp.; photo: John Koivula/AGTA GTC.

کریزوبریل(Chrysoberyl)



Varieties:

Y.-g.Y.-b.G.-Brn.-C.-Red
Alexandrite:red(chromium)
Yellow,green,brown(iron)
Green emerald(vanadium)



Crystal system:orthorhombic
Chemical composition: $BeAl_2O_4$
Transparency :tp.- op.
Phenomena:c.c.-cat's eye-star(4 rayed)
Hardness:8.5
SG:3.72-3.74
Fracture:conchoidal
Cleavage:weak to moderate in two directions
Luster: vit.
Optic character:D.R.
RI.:1.746-1.755

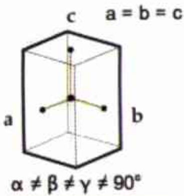
Inclusions:

Short needle-2 & 3 phases-finger print-crystal(mica-apatite-quartz) straight or angular growth zoning.

معادن مهم:

معادنAlexandrite:برزیل-برمه-کنیا-روسیه-سریلانکا-تانزانیا
معادن Cat's eye:برزیل-هند-روسیه-سریلانکا-تانزانیا
معادن Blue&Green:برزیل- برمه--روسیه-سریلانکا-تانزانیا

(Corundum)کراندوم



Trigonal



Crystal Habit



Crystal

Varieties:
Al2o3:colorless
Al2o3+manganese:pink
Al2o3+chromium:ruby
Al2o3+iron+titanium:blue
Al2o3+vanadium+chromium:c.c.
Al2o3+iron:green-yellow
Al2o3+iron+chromium:orange
Al2o3+iron+chromium+titanium:purple



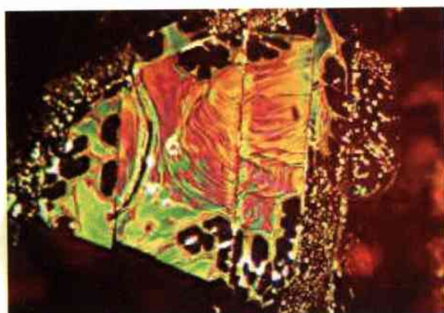
Crystal system:trigonal
Chemical composition: Al_2O_3
Transparency :tp.- op.
Phenomena:star(6 or 12 rayed),c.c.
Hardness:9
Fracture:conchoidal to uneven
Cleavage:none,may show parting on twinned stones
SG.:4
Luster: vit. to subadam.
Optic character:D.R.
RI.:1.762-1.77

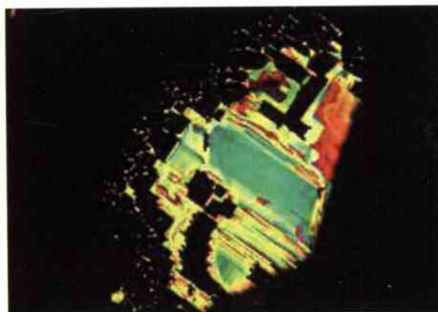
رنگهای فانتزی(fancy sapphire) شامل رنگهای سبز-زرد-نارنجی-صورتی و نارنجی متمایل به صورتی یا pinkish orange(padparadscha) است که padparadscha مخصوص کشور سریلانکا است.
با ارزشترین رنگهای ruby شامل مشخصات زیر است:
red (R) to slightly purplish red (slpR) with medium (5) to medium-dark (6) tones and strong (5) to vivid (6) saturation.
مشخصات بیان شده به قرمز گیلاسی تا قرمز خون کبوتری نیز معروف است.
(Cherry Red to Pigeon Blood Red colors)

Inclusions:

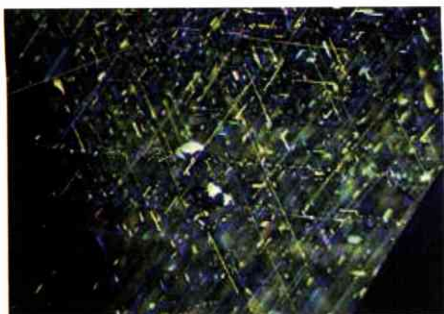
Lamellar twinning
Solid: 1-rutile 2-apatite 3-calcite 4-spinel
Liquid,2&3 phases, finger print,feather,iron stain

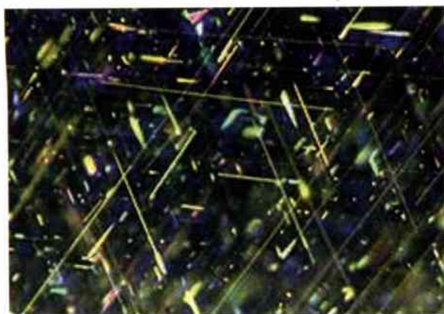
معادن مهم:
معادن Ruby: برمه (Mong Hsu)- سریلانکا(Ceylon)-ویتنام-تایلند-ماداگاسکار-تانزانیا
معادن B.sapphire:کشمیر(حالت مخملی داشتند)-سریلانکا(ابی روشن)-تایلند(ابی تیره)-برمه-ماداگاسکار-تانزانیا
معادن Y.sapphire: - سریلانکا-تانزانیا- برمه-تایلند-استرالیا
معادن G.sapphire: تایلند-استرالیا
معادن Star stones:استرالیا-برمه -هند- سریلانکا- تایلند



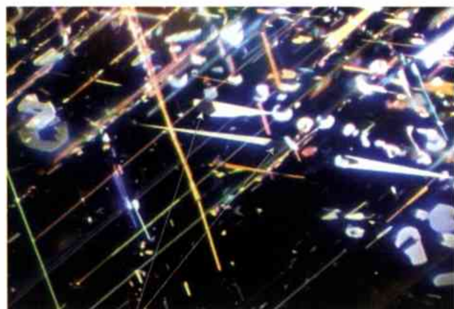


Secondary fluid inclusions (healed fractures, or 'fingerprints') often display the symmetry of the underlying crystal structure in the healed areas.
Left: A healed fracture in a Thai ruby which formed parallel to the basal pinacoid. As the c axis (3-fold symmetry) runs perpendicular to this face, the healed (dark) areas display distorted hexagonal or triangular (60/120°) outlines. Vertical lines cutting through the fingerprint are repeated twinning striations.
Right: A fingerprint in a Sri Lankan sapphire. Here the fingerprint has formed parallel to the c axis, and so the healed (dark) areas show rectangular (90°) outlines, indicating the two-fold symmetry at right angles to the c axis. (using oblique fiber-optic lighting)

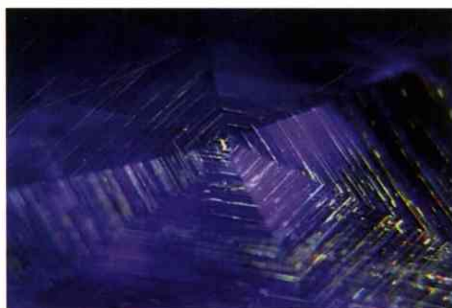




Left: Exsolved rutile "silk" in a Burmese sapphire, viewed parallel to the c axis; 45*x*. Right: A magnified view of the silk at left. Note the arrow shapes of the rutile silk. Such perfectly formed silk is proof that a specimen has not been subjected to high-temperature heat treatment. (using oblique fiber-optic illumination)



High magnification reveals that well-formed rutile silk generally has tiny daughter crystals growing at the broad ends. Untreated blue sapphire. Photo: Richard W. Hughes/AGTA GTC.



A rutile silk spider's web spun beneath the facets of an untreated Sri Lankan sapphire. (Photo: R.W. Hughes)




Left: Solid inclusions in a Sri Lankan sapphire, viewed between crossed polars.
Note the strain and interference colors on the crystals.
Right: Crystals of rutile, sphalerite and calcite explode from the depths of a Mogok ruby. 50x. (Photo: John Koivula)

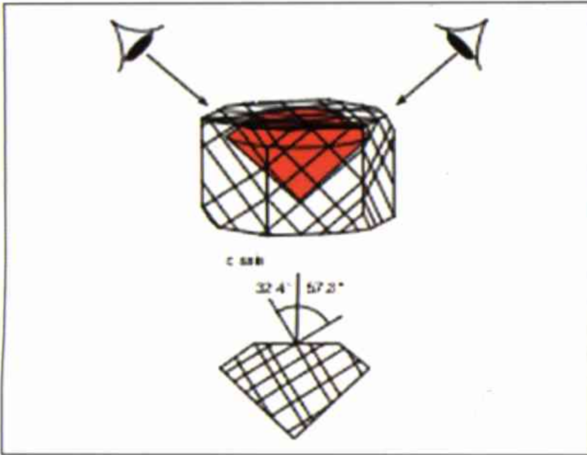



Angular growth zoning in sapphires from Australia. Such zoning may be found parallel to any of the crystal faces. It is never curved if viewed exactly parallel to the crystal face along which it formed.




Two inclusion photos of sapphires that show how difficult microscopic evidence can be. The typical brushstrokes seen in Kashmir sapphires. In the right, a sapphire from Ilakaka, Madagascar, with similar (but larger and more angular) brushstrokes.
Henry A. Hanni.

Repeated twinning in natural corundum

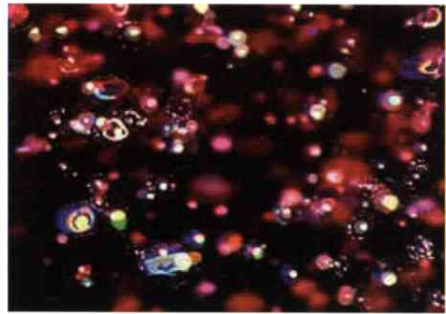


Repeated twinning in natural corundum generally occurs parallel to the faces of the rhombohedron {1011}, which intersect the c axis at 32.4/57.6¡. As most natural rubies and sapphires are cut with the c axis at 90¡ to the table facet, this means that the twinning will usually be found at about 33/57¡ to the table. Boehmite needles, which form parallel to edges of the same face (at the junctions of twinning planes), will thus be found in the same directions. They run in three directions (but only two in the same plane) and meet at angles of 86.1/93.9¡. Repeated twinning is located most easily between crossed polars with the specimen immersed in di-iodomethane. When seen, such twinning planes often do not penetrate across the entire stone.



Polysynthetic twinning on the rhombohedron {1011} in a Thai/Cambodian ruby, viewed between crossed polars.



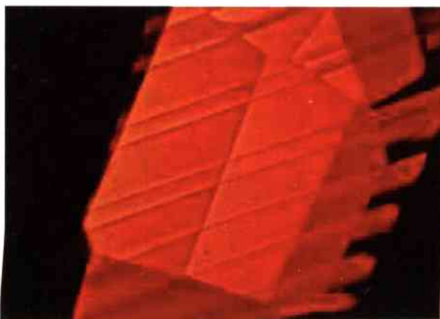


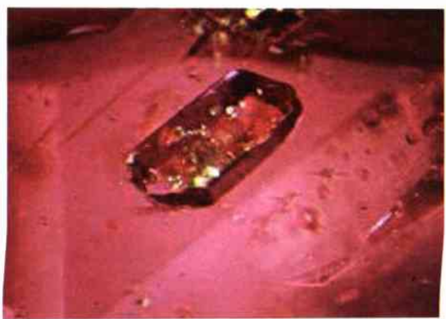
Left: Spinel octahedra in a blue sapphire from Sri Lanka; 25*x*.
Right: Iridescent two-phase primary inclusions in Thai/Cambodian ruby, parallel to the basal plane; 25x



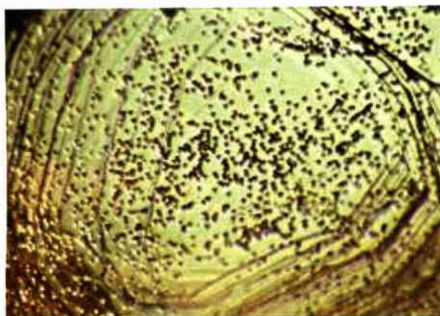


Left: Primary rutile crystals (orange) in a sapphire from Rock Creek, Montana; 25*x*.
Right: Secondary, exsolved rutile "silk" clouds in a sapphire from Rock Creek, Montana; 20*x*.





Left:Polysynthetic twinning on the rhombohedron {1011} in a Thai/Cambodian ruby, viewed under dark-field illumination.
Right: Light yellow apatite crystals in a corundum from Umba Valley, Tanzania; 25*x*.

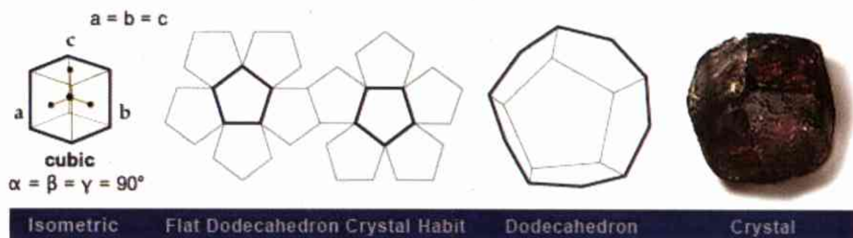



Terraced basal pinacoid faces on Burmese ruby crystals. Note the many tiny triangular etch (or growth?) marks. Such stepped surfaces result from oscillatory growth between the basal pinacoid and prism or pyramid/rhombohedron faces, and are often seen on ruby crystals, particularly those from Burma. (Photos: Wimon Manorotkul)




Boehmite needles in corundum (above left and right) are commonly confused with rutile silk, but are easily separated by their orientation. Exsolved boehmite unmixes in three directions parallel to the edges of the rhombohedron (three directions total, but only two in the same plane. The needles intersect at 86.1/93.9°. Boehmite needles are typically found at the junctions of crossing twin planes. (Photo: R.W. Hughes)

گروه گارنت(Garnet group)



Species:

Pyrope(R., o. R., p.R.)
Rhodolite(p.R.,P.)
Almandite(Brn.R., p. R.)
Spessartite(y.O.,R.,brn.R.)
Malaya:pyrope+spessartite(pk.O.,y.O.)
Grossularite:(C.,y.O.,G.)
Hessoinite(orange to brownish red)
Tsavorite(b.G. to yG.)
Hydrogrossular(Aggregate)
Andradite:G.,Y.,Black(opaque)
Topaziolite(Y.)
Demantoid(G.)
Melanite(Black)

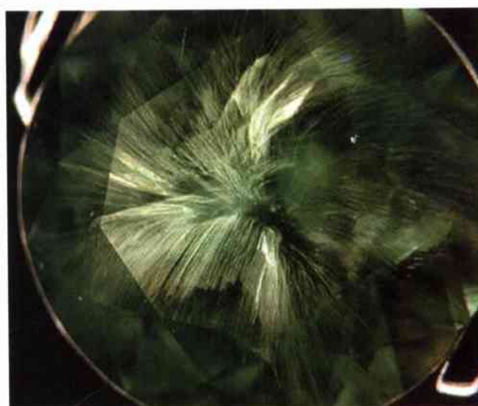


Crystal system:cubic
Chemical composition:
ترکیب شیمیایی گارنتها با فرمول ساختمان کلی $A_3B_2(SiO_4)_3$ بیان می‌شود. در این فرمول موضع A با کاتیونهای Ca و Mg، Fe^{+2} یا Mn^{+2} و موضع B با کاتیونهای Fe^{+3} ، Al^{+3} اشغال می‌شود .

Transparency: sub adam.- op.
Phenomena:star(4 or 6 rayed),chatoyancy
Hardness:7-7.5
S.G.:3.47-4.15
Fracture:conchoidal,uneven,granular,splintery
Cleavage:none,may show distinct or indistinct parting
Luster:vit.- subadam.
Optic character:S.R.
R.I.: 1.720-1.888

Inclusions:

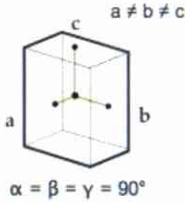
Solid,needles(Almandite),feather,asbestos fiber(in the Demantoid garnet that is called horse tail),treacle(Hessonite),wavy liquid droplets(Spessartite)



A classic example of a horsetail inclusion in a Russian demantoid garnet. Photo: Wimon Manorotkul

معادن مهم:
معادن Pyrope:استرالیا-روسیه-افریقای جنوبی-سریلانکا
معادن Rhodolite:ماداگاسکار-سریلانکا-زیمبابوه-تانزانیا
معادن Almandite: ماداگاسکار-سریلانکا-زیمبابوه-تانزانیا-برزیل
معادنSpessartite:استرالیا-برمه-برزیل-هند-نامیبیا-کنیا-سریلانکا-ماداگاسکار
معادن Hessonite:برزیل-کانادا-کنیا-سریلانکا
معادن Tsavorite:کنیا-تانزانیا-پاکستان
معادن Demantoid:روسیه-ایتالیا-زئیر-سوئیس

پریدوت(Peridot)



Orthorhombic



Olivine in Basalt Matrix



Peridot Crystals

Varieties: y.G.-g.Y.



Crystal system:orthorhombic
Chemical composition: $(MgFe)_2SiO_4$
Transparency:tp.- tl.
Phenomena:cat's eye
Hardness:6.5-7
S.G.:3.34
Fracture:conchoidal
Cleavage: perfect in two directions
Luster:vit.
Optic character:D.R.
R.I.:1.654-1.690

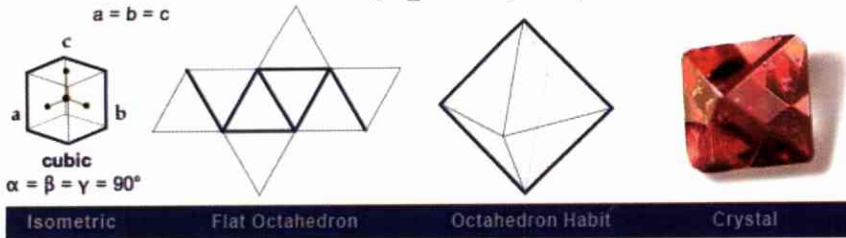
Inclusions:

Small lilypad(disk-like liquid and gas inclusion),biotite flakes, straight or angular growth zoning.



حرارت موجب خرد شدن سنگ می شود و اسیدهای سولفوریک و هیدروفلوریک روی آن اثر میگذارند. معادن مهم: استرالیا-برزیل-برمه-مصر-پاکستان-سریلانکا-امریکا(بهترین معدن) ویتنام

اسپینل(Spinel)



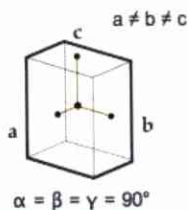
Varieties:
Red spinel:chromium
Blue spinel:iron/cobalt
Green spinel:iron(rare)
Pink spinel



Crystal system:cubic
Chemical composition: $MgAl_2O_4$
Transparency:tp.- op.
Phenomena:star(4 or 6 rayed)
Hardness:8
S.G.:3.60
Fracture:conchoidal
Cleavage:poorly developed,not seen in gemstones.
Luster:vit.- subadam.
Optic character:S.R.
R.I.:1.718
Inclusions:
Solids:1-apatite 2-zircon 3-needles 4-small octahedral crystal
Negative crystal , finger print

معادن مهم: تاجیکستان-افغانستان-استرالیا-برمه-پاکستان-تانزانیا

توپاز(Topaz)



Orthorhombic


Dipyramidal Habit


Crystal

Varieties:

Pinkish orange:imperial topaz
Red , c., green, orange,pink,yellow,blue & b.G(With radioactive effect)



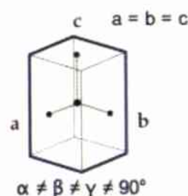
Crystal system:orthorhombic
Chemical composition: $Al_2(SiO_4)(F.OH)_2$
Transparency:tp.- s.tp.
Phenomena:star(4 or 6 rayed)
Hardness:8
S.G.:3.53
Fracture:conchoidal
Cleavage:perfect in one direction
Luster:vit.
Optic character:D.R.
R.I.:1.619-1.627

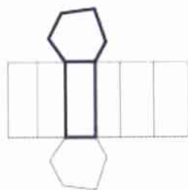
Inclusions:

Solid:crystal,2phases**,**straight or angular growth zoning.

سنگهای بی رنگی که treat می شوند و به رنگ آبی تبدیل می شوند مربوط به سریلانکا و نیجریه هستند. نود و نه درصد b.topaz هایی که امروزه در بازار موجود است به روش irradiation+heat به رنگ آبی در آمده اند.
معادن مهم: استرالیا-برزیل-برمه-پاکستان-سریلانکا-روسیه-مکزیک-نیجریه

(Tourmaline)تورمالین









Trigonal | Flat | Ditrigonal Prism | Crystal

Varieties:

Red:rubilite
Blue:indicolite
Chrome tourmaline
Water melon:green-red
Achroite:colorless
Paraiba:neon blue
Pink



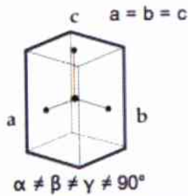
Crystal system:trigonal
Chemical composition: $NaFe_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$
Transparency:tp.- op.
Phenomena:cat's eye,c.c.
Hardness:7-7.5
S.G.:3.06
Fracture:conchoidal
Cleavage:none
Luster:vit.
Optic character:D.R.
R.I.:1.624-1.644

Inclusions:

Hair like & liquid filled canals , color zoning

معادن مهم: افغانستان-سریلانکا-تانزانیا-نامیبیا-برزیل-برمه

کوارتز(Quartz)







Trigonal	Left-Handed Crystal	Right-Handed Crystal	Crystal

Varieties:

Rock crystal(colorless) with black needles(tourmaline)
Amethyst:violet&purple(iron+irradiation)
Citrine:yellow
Ametrine:yellow&purple
Smoky:aluminium+irradiation
Rose:pink (manganese)
Blue quartz(aven.)



Crystal system:trigonal
Chemical composition: SiO_2
Transparency:tp.- op.
Phenomena:chatoyancy
Hardness:7
S.G.:2.66
Fracture:conchoidal to uneven or granular(in aggregates)
Cleavage:none
Luster:vit.
Optic character:D.R.
R.I.:1.544-1.553

Inclusions:

Needles:rutile(golden), tourmaline(black), goethite(golden)
Zebra stripes(ripped fracture or feather) Exclusive Amethyst with same color but darker, straight or angular growth zoning, 3 phases

در مورد سنگ آمیتیست(Amethyst) حرارت خیلی بالا و بخار باعث صدمه به این سنگ میشود و مواد اسیدی باعث تخریب سنگ و مواد قلیایی در دراز مدت بر روی سنگ اثر میگذارد.برای روشن تر شدن رنگ سنگ عمل heat treatment روی آن انجام میشود و این سنگ را در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد حرارت میدهند و به سیترین تبدیل می کنند.
معادن مهم: استرالیا-برزیل-سریلانکا-زیمبابوه-هند

کلسدونی (Chalcedony)

از اولین سنگهای نیمه قیمتی است که بشر با آن آشنا شد و به ۲۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمیگردد.
زمین شناسان آنرا زیر مجموعه ای از کوارتز میدانند که تنوع آن شامل موارد زیر است:

Agate: فراوانترین عقیق با شفافیت .Tl و در رنگهای white, gray, and grayish-blue است.
Blood stone : سبز تیره بهمراه نقاط قرمز رنگ با شفافیت.Op و معادن آن در استرالیا است.
Carnelian : نارنجی تا قهوه ای با شفافیت .Tl و معادن آن در برزیل و هند است.
(عقیق یمنی همانCarnelian است.)
Chrysoprase: به نوع Tl.Apple green گفته می‌شود و معادن آن در استرالیا و هند است.
Fire agate : رنگ زمینه قهوه ای با تداخل نور و معادن آن در مکزیک و امریکا است.
Jasper : به کلیه عقیق هایی که .Op هستند بجز رنگ سیاه و سبز تیره میگویند و معادن آن در آلمان است.
Moss agate : ناپاکی های درون سنگ شبیه خزه و معادنش در امریکا و هند است.
Onyx : عقیق سیاه و .Op را می گویند و معادنش در برزیل و ماداگاسکار است.
Sard : نارنجی تا قهوه ای تیره تراز Carnelian و معادنش در هند و برزیل است.
Sard onyx : با رنگ Sard بهمراه خطوط موازی سیاه یا سفید و معادنش در هند و برزیل است.
Plasma : سبز تیره با نقاط زرد رنگ و معادنش در چین است.
Land scape : حالتی شبیه به منظره دارد.
Milky chalcedony : رنگ سفید تا شیری با شفافیت .Tl.-S.Tp.


Dendritic


Moss agate


Agate


Jasper


Onyx

گروه جید(Jade group)

Species:

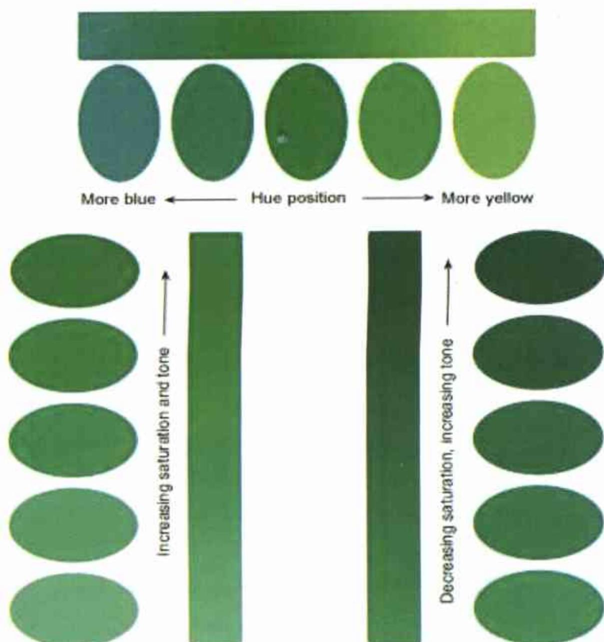
1-Jadeite

Varieties:

Imperial jade :s.tp. (سبزپررنگ و گرانقیمت)
Apple green :tl. (سبز مایل به زرد)
Chloromelarute :s.tl. - op. (سبز تیره)
Moss in snow :tl.- op. (سبزوسفید)
lavender :tl.- op. (کلیه رنگهای jadeite به استثناء سبز)



Crystal system:monoclinic
Chemical composition: $NaAl(SiO_3)_2$
Transparency:s.tp.- op.
Phenomena:-
Hardness:6.5-7
S.G.:3.34
Fracture:granular to splintery
Cleavge:not visible due to aggregate structure
Luster:often greasy to waxy
Optic character:D.R.(aggregate)
R.I.:1.660-1.680 — Spot:1.66

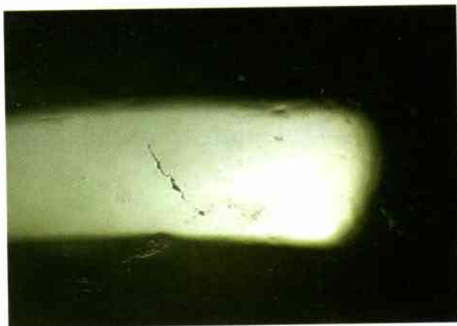


The three basic elements of any color are hue position (top), saturation and tone (bottom). Note that saturation and tone are interrelated. As saturation increases, so does tone (lower left). However, there reaches a point where increasing absorption of light (increasing tone) results in a decrease in saturation (lower right).

Inclusions:

Fibrous structure,brownish iron stain,color concentration in both dyed & undyed stones,crystal.

تنها نوع treatment کردن jadeite اینست که آنرا رنگ میکنند.
کلیه روشهای نظافت بر رویش امکان پذیر است و عکس العمل سنگ در برابر حرارت زیاد است اما اسیدهای قوی در حالت گرم میتوانند بروی آن اثر بگذارند.
بهترین کیفیت jadeite از نظر ارزش دست کمی از زمرد ندارد و بهترین معدن آن در برمه است.





Left:In contrast, the surface of an untreated jadeite shows only major cracks. Absent is the network of tiny microfractures created by bleaching. Photo: Richard W. Hughes/AGTA GTC.

Right: A white crystal inclusion seen in a jadeite cabochon.





Left: A cluster of zircon inclusions in jadeite jade. Photo: Richard W. Hughes/AGTA GTC.

Right: The same group of zircons seen in reflected light breaking the surface and displaying high luster. Note also the small (black) pits and microfractures.

2- Nephrite

Varieties:

Newzealand jade :tl.- op. (سبز مایل به خاکستری)
Mutton fat :tl. (سفید تا زرد روشن)
chicken bone :op. (قهوه ای روشن)



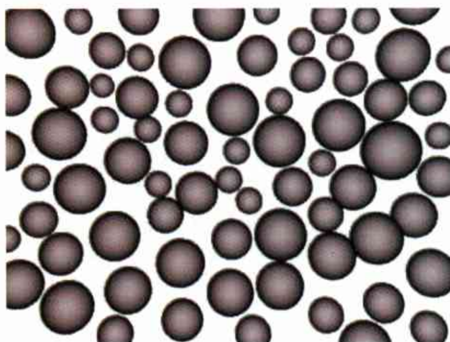
Crystal system:monoclinic
Chemical composition: $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$
Transparency:tl.- op.
Phenomena:-
Hardness:6-6.5
S.G.:2.95
Fracture: splintery to granular
Cleavge:not visible due to aggregate structure
Luster: often greasy to waxy
Optic character:D.R.(aggregate)
R.I.:1.606-1.632 — Spot:1.61

Inclusions: Black crystal,finger print

تنها نوع treatment کردن nephrite اینست که با عمل heat treatment رنگ nephrite های تیره را روشن میکنند.
از نظر تاریخی قدمت nephrite بیشتراز jadeite است.
معادن مهم: تایوان-کانادا-استرالیا-نیوزیلند.

اپال(Opal)

ریشه این کلمه از upala گرفته شده است و شکسپیر لقب این سنگ را Queen of stone گذاشته است.
به این سنگ گوهر شب چراغ نیز میگویند که بدلیل خاصیت فسفرسانسی آن است .
دوام سنگ اپال کم است و تمام آنها دارای مقداری آب هستند و آنهایی که دارای درصد آب بیشتری هستند ممکن است آب خود را از دست داده و ترک بردارند بهمین دلیل این سنگ را باید هرچند وقت یکبار در آب قرار داد.
این سنگ نباید تحت حرارت قرار گیرد و اسید هیدروفلوریک روی آن اثر می گذارد.



ساختار اپال(گوی های سیلیکا)

Precious Opal

سیلیکاها مرتب و یک اندازه در کنار هم قرار داند و در فضاهای خالی مابین سیلیکاها آب وجود دارد که در هنگام برخورد نور به سطح سنگ پدیده play of color بوجود می آید.

در اپال قیمتی گوی های سیلیکای بزرگتر با قطر حدود 350 µm (micro meters) با تغییر زاویه دید فلش های قرمز و گوی های کوچکتر فلش های سبز- آبی یا بنفش ساطع می کنند.
بنابراین اندازه حفره ها یا گوی ها نوع رنگهایی که به چشم می رسند را تعیین می کنند.

Common Opal

سیلیکاها نامنظم کنار هم قرارگرفته اند و پدیده play of color ندارد.

Varieties:

1-solid opal:

Black opal(solid opal):tl.- op. with strong play of color.
Semi black opal:tl.- op. with play of color.
Black crystal opal:tp - s.tp. with strong play of color.
White opal:tl.- op. with play of color.
Jelly or water or common opal:tp - s.tp. without play of color or weak.
Fire opal:tp -s.tp. without play of color با رنگ زمینه زرد یا نارنجی یا قهوه ای یا قرمز or weak.

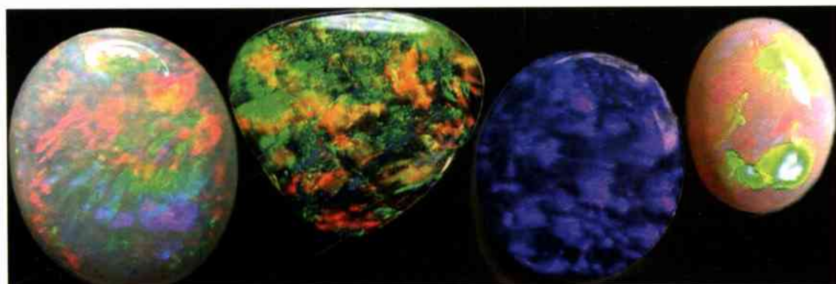
اپال سیاه از اپال سفید دارای ارزش بیشتری است.

2-matrix opal:

دارای رنگی روشن است بهمین دلیل برخی اوقات رنگ میشود تا به شکل اپال سیاه درآید.
(مخلوطی از اپال قیمتی و rock)

3-boulder opal:

دارای رنگی روشن است و همراه با سنگ آهن دیده میشود.

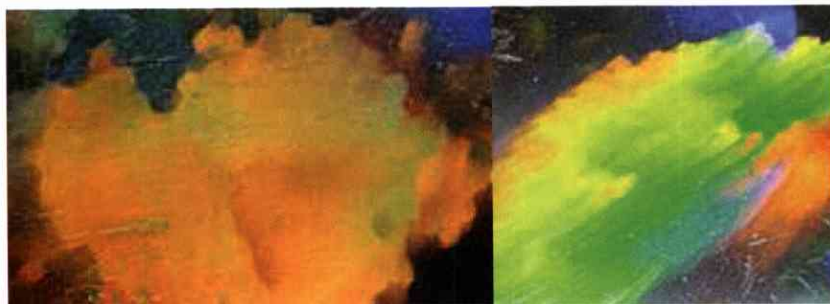


Synthetic Opal Bead



به فاصله تکه های رنگی از هم توجه کنید.

نقشهای رنگی ستونی (columnar) یا "chickenwire" در اپال بطور یقین نشانه مصنوعی بودن آن است.



The Chicken-wire and columnar pattern of color blocks in synthetic opal.

برای تقویت play of color سنگ را با اسید رقیق شده و شکر رنگ می کنند که باعث تیره تر شدن رنگ سنگ می شود.
برای doublet or triplet کردن آنها از rock crystal در بالای سنگ و از onyx در پایین سنگ استفاده می کنند.

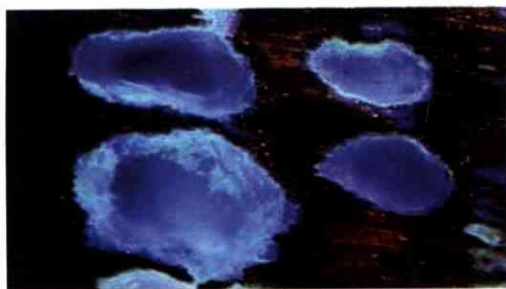




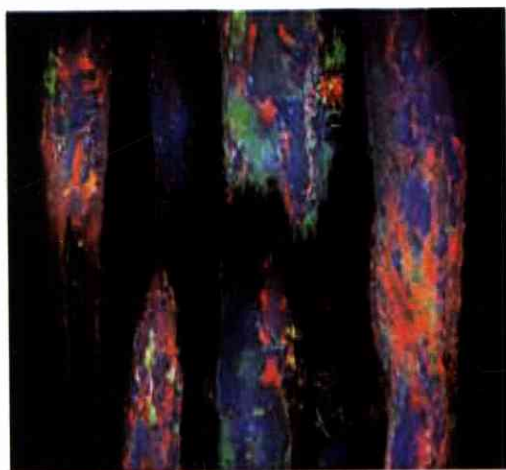
Crystal system:amorphous
Chemical composition: $(SiO_2).n\ (H_2O)$ Water: 3%-10%
Transparency:tp.- op.
Phenomena: play of color
Hardness:5-6.5
S.G.: white= 2.12 ,fire opal=2.10 ,boulder=2.6-2.8 this has iron atom.
Fracture:conchoidal to uneven
Cleavage:none
Luster:vit.
Optic character:S.R.(A.D.R.)
R.I.:1.450

Inclusions: Liquid inclusion,sand-like crystal,patches of color

معادن مهم: استرالیا(بزرگترین معدن)-برزیل-مکزیک-امریکا-گواتمالا-هندوراس-تانزانیا-عمان







Top left
Conk is the name given to another form of opalized wood from Virgin Valley, Nevada, USA, that may or may not show play of Colour, In the formation of conk, opal fills pits and holes left behind after the wood was ravaged by disease In this Cross. Sectional view, notice the large difference in size between the tiny wood cells in the background of surrounding matrix and the blue pools of precious opal. FO 5 X
Bottom left
This conk opal was cut parallel to the grain of the opalized wood so that the precious opal filling the disease-caused voids has an elongated appearance. FO 5 X
Right
Cellular or columnar play of colour patterns in opals from Virgin Valley, Nevada, USA, are referred to as holographic patterns familiar with them, holographic patterns could be mistaken for the columnar structure patterns seen in some synthetic and imitation opals. FO 10 X

پرل(Pearl)

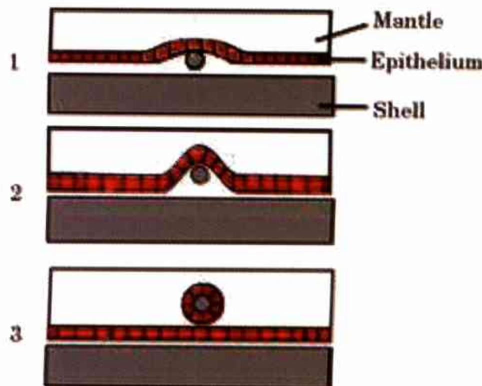
مرواریدها توسط انواع معینی از نرم تنان (Mollusk) بوجود می آیند.
Mollusk ها گروه بزرگی از جانوران هستند مانند:

oysters, clams, mussels and marine snails. Land snails, slugs and squids

Mantle: عضو بیرونی Oyster است که بیشتر پوسته را پوشش میدهد.
Epithelium: سلولهای بیرونی Mantle است که عامل ترشح nacre و conchiolin می باشد.
صدفهایی که مروارید ساز هستند صدفهایی دو کاسه ایی هستند که کف آنها از بیرون تخت است و نیز درون آنها لایه ای از mother of pearl وجود دارد.(پوسته صدف از دو لایه درونی و بیرونی تشکیل شده است که به لایه درونی mother of pearl می گویند.)
به لایه ها یی که مروارید را تشکیل می دهند nacre می گویند و هرچقدر تعداد این لایه ها بیشتر باشد پدیدهOrient در مروارید قوی تر می شود.ذکر این نکته ضروریست که تغییر فصل مهمترین دلیل لایه لایه شدن مروارید طبیعی است.

شکل گیری مروارید

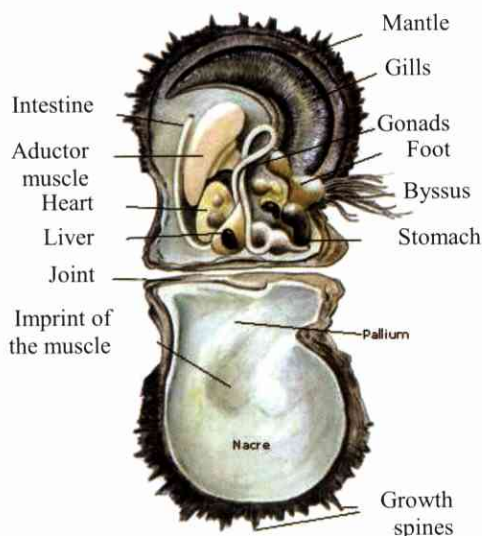
زمانی که یک جسم خارجی به درون صدف وارد می شود اولین عکس العمل موجود اینست که آنرا خارج کند و اگر موفق نشد سیستم دفاعی را به کار می اندازد و سعی میکند که جسم خارجی را تجزیه کند و در مرحله سوم اگر نتوانست سیستم به گونه دیگر فعال شده و جسم را به صورت ایزوله نگه می دارد که این عمل توسط غدد Epithelial انجام می شود .این غده یک پیله مرواریدی بصورت لایه لایه بروی جسم ایجاد می کند ودر نتیجه مروارید شکل می گیرد.



شکل گیری مروارید

تعداد زیادی Oyster وجود دارد که هم درآبهای شور و هم درآبهای شیرین می توانند زندگی کنند و مروارید تشکیل بدهند که در زیر فهرست آنهایی که ارزش تجاری دارند آمده است:

- Pinctada martensii (Akoya pearls)
- Pinctada maxima (South Sea pearls)
- Pinctada margaritifera (Black or Tahiti pearls)
- Pteria sterna (Sea of Cortez pearls®)
- Pinctada mazatlanica (Mexican pearls)
- Pteria penguin (Blister pearls - Mabe)
- Haliotidae haliotis (Abalone)
- Hyriopsis cumingi (freshwater "Zebra mussel")
- Cristaria plicata (freshwater "Cockscomb mussel")



Anatomy of Pinctada margaritifera

جانوران نرم تن دیگری بنام شکم پایان یا gastropod وجود دارند که می توانند بدون nacre مروارید تشکیل بدهند که خیلی کمیاب هستند و انواع آن بشرح زیر است:

- Strombus gigas (Conch pearls), a marine snail
- Melo melo pearls, a marine snail
- Mercenaria mercenaria (Quahog or "Hard clam")

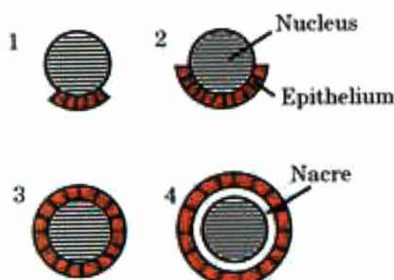
در فصل سرما متابلیسم بدن موجود کند شده ولی در فصل گرم تند می شود و هر چقدر متابلیسم سریعتر باشد بلورها درشترشده و در نتیجه لایه ترشح شده زبرتر می شود و ظرافت کمتری خواهد داشت بنابراین صید کردن در فصل سرما باعث می شود که:
۱-لطافت مروارید بیشتر شود.
۲-پدیده orient قوی تر شود.

عوامل نابود شدن نسل مرواریدهای طبیعی:

۱- آلودگی هوا
۲- آلودگی آب دریا
۳- زلزله (بخصوص در ژاپن)
اگر بخواهیم یک مروارید طبیعی به قطر ۶mm را بدست آوریم ۱۰ سال طول میکشد.

تولید مروارید پرورشی(cultured)

برای تولید مرواریدهای پرورشی صدفهای جوان oyster با دقت انتخاب می شوند تا درون آنها تکه ای از بافت mantle در حدود ۲-۳mm و هسته قرار داده شود. ابتدا بافت mantle درون غده جنسی یا gonad قرار داده می شود و بعد از آن هسته در جای خودش در غده جنسی قرار می گیرد و بعد از این عمل صدفها در شبکه های توری مخصوصی برای مدت زمان معینی به دریا برگردانده می شود .



شکل گیری پیله مروارید و مروارید داخل غده جنسی

بافت mantle شروع به تقسیم سلولهای epithelial خودش خواهد کرد تا پیله مروارید را دور تا دور هسته شکل دهد سپس سلولهای epithelial شروع به ترشح nacre و conchiolin خواهند کرد و مروارید تشکیل می شود.



انواع مرواریدهای پرورشی:

۱- مرواریدهای پرورشی آب شور(Salt water):

شرکت Mikimoto از سال ۱۸۹۰ تحقیقات گسترده ای برای پرورش مروارید از صدفهای oyster انجام داد که پس از سی سال در سال ۱۹۲۰ توانست آنرا به بازار عرضه کند.
این مرواریدها به "Bead nucleated" معروف هستند بدین معنی که یک دانه گرد از صدف (round bead of shell) بعنوان ماده محرک استفاده می شود و Oyster عمل ترشح Nacre یا لایه را روی آن انجام میدهد و اگر دوره کشت آن طولانی باشد جلای سطحی خوب و Nacre ضخیم خواهند داشت . این مرواریدها به رنگ سفید تا نقره ای - سیاه - کرم با ته رنگ صورتی دیده می شوند و انواع آن عبارتند از:

Akoya(japan) with the highest quality
Tahiti به قطر mm ۸ و بیشتر که معمولا سیاه رنگ هستند.
South sea به قطر ۱۱-۱۴mm که درحد فاصل اندونزی تا ماداگاسکار بعمل می آید.

۲- مرواریدهای پرورشی آب شیرین(Fresh water):

این مرواریدها به " tissue nucleated " معروف هستند بدین معنی که از یک تکه بافت mantle بعنوان عامل محرک برای شروع پروسه استفاده می گردد.در این پروسه از دانه صدفی(shell bead) خبری نیست و می توان گفت که تماما Nacre هستند.
اولین مرواریدهای تولید شده با این روش در سال ۱۹۷۰ به شکل تخت و baroque بودند وبه دلیل اینکه اولین بار در دریاچه Biwa در ژاپن تولید شدند به آنها مرواریدهای آب شیرین Biwa می گویند ولی در حاضر تولید کننده اصلی آن چین است.



Freshwater cultured pearls: Original-type Biwa pearl strand, contemporary near round 7.5 mm strand.

معمولامرواریدهای پرورشی را ۳-۲ سال زیر آب قرار میدهند و اگر بیشتر زیر آب بمانند ممکن است که:
۱-حالت گردی خود را از دست دهند.
۲-زدگی های سطحی آن بیشتر شود.

علل ارزان بودن مرواریدهای fresh water:
۱-در هر صدف fresh water ۳۰-۲۰ عدد مروارید میتواند تولید شود.
۲- نیروی کار در چین که تولید کننده اصلی آن است ارزان است.
۳-گرد نیستند.

علل گران بودن مرواریدهای salt water:
۱- هر صدف آن یک مروارید تولید میکند.
۲-جراحی صدف آن سخت تر است.
۳-تلفات صدف آن بیشتر است.

اصطلاحاتی در مورد مروارید

Baroque: به مرواریدهای بی شکل می گویند.
Symmetrical: به مرواریدهایی که شکل های متقارن دارند می گویند مانند : pear, oval
Blister pearl: وقتی که ماده محرک خودش به mantle حمله می کند پیله مروارید شکل نمی-گیرد و غددEpithelial فقط nacre و conchiolin روی ماده محرک انبار می کنند و blister pearl شکل می گیرد.
Mabe: به مرواریدهای assembled cultured blister گفته می شود بدین صورت که یک هسته پلاستیکی دایره ای یا نیم دایره ای یا هر شکل دیگری را درون صدف قرار می دهند و وقتی لایه مروارید روی آن تشکیل شد آنرا از صدف احاطه کننده جدا میکنند و هسته آنرا در می آورند و درونش را با رزین اپوکسی پر و توسط mother of pearl پشتی دار می کنند.
Keshi: مرواریدهایی که بدون هسته و بطور ناخواسته در داخل صدف تشکیل می شوند را می گویند و معمولا به شکل دانه های برنج هستند.
Conch pearl: در واقع مروارید نیستند و پدیده orient را ندارند و یک نوع ارگانیک هستند که در درون صدفهای خوراکی و به رنگ نارنجی- قرمز یافت می شوند.



Cultured pearls: cyst pearl, blister pearl, Mabe pearl pendant

خصوصیات یک مروارید طبیعی:

۱-اگر یک رشته مروارید طبیعی داشته باشیم هیچ کدام از آنها در رنگ و اندازه و شکل یکسان نیستند.
۲-معمولا مرواریدهای طبیعی از نوع پرورشی زردتر هستند.
۳-در اندازه بزرگ یافت نمی شوند.

Crystal system:amorphous
Chemical composition: Calcium carbonate, conchiolin and water
Transparency:tl.- op.
Phenomena:orient
Hardness: 2.5-4
S.G.: 2.61-2.85
Fracture:uneven
Cleavage:none
Luster: Pearly-dull
Optic character:AGG.
R.I.:1.530-1.685
Inclusions: Overlapping aragonite plates on surface.

روش تشخیص مروارید رنگ شده:

اگر سوراخ باشد زیر میکروسکوپ معلوم می شود.
زیر نور .u.v اگر رنگ نشده باشد فلورسنسی milky و blue نشان می دهد ولی اگر رنگ شده باشد inert یعنی خاموش خواهد بود.
زیر نور .u.v مروارید سیاه فلورسنسی قرمز و قهوه ای از خودش نشان می دهد.

منابع مهم: خلیج فارس-جزایر حدفاصل اندونزی تا ماداگاسکار

White
Cream
Light Cream Rose
Cream Rose
Crystal Gold
Bright Gold
Copper
Coral
Brown
Deep Brown
Bronze
Peach
Almond Matte

Rosaline
Rose matte
Mauve
Burgundy
Bordeaux
Maroon
Dark Purple
Night Blue
Light Blue
Tahitian Look
Geren Matte
Light Green
Antique Brass

Dark Green
Platinum
Light Gray
Dark Gray
Black
Deep Black

سیستم درجه بندی مروارید

بهترین زمینه درجه بندی مروارید زمینه سفید مات با نور فلورسنت یا نور روز است.

4-S factors

- Size
- Shape
- Surface luster
- Spots (blemishes) or surface quality

2-C factors

- Color
- Coating or thickness of the nacre

برای تعیین ضخامت nacre اگر مروارید سوراخ باشد زیر میکروسکوپ می توان هسته را دید و اگر سوراخ نباشد توسط اشعه ایکس می توان ضخامت آنرا تعیین کرد.

دو سیستم درجه بندی اصلی که مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

- سیستم درجه بندی 'AAA-A'
- سیستم درجه بندی 'A-D'(به سیستم درجه بندیTahitian نیز معروفست.)

سیستم درجه بندی 'AAA-A'

این سیستم مرواریدها را با توجه به یک معیار از AAA-A درجه بندی می کند که AAA بالاترین درجه است .این معیار درجه بندی فقط در مورد مرواریدهای freshwater and akoya رایج است اما توسط خیلی از دلالان مرواریدهای South Sea and Tahitian نیز پذیرفته شده است.

AAA:بالاترین کیفیت مروارید که کاملا گرد است.سطح Luster خیلی بالا و شبه آینه ای خواهد داشت و نود پنج درصد سطح آن عاری از هرگونه ناپاکی خواهد بود.ضخامت نهایی nacre هفتاد و پنج صدم میلی متر است. (فقط مرواریدهای Akoya)
AA: سطح Luster خیلی بالا خواهد داشت و هفتاد و پنج درصد سطح آن عاری از هرگونه ناپاکی خواهد بود.ضخامت نهایی nacre پنجاه صدم میلی متر است. (فقط مرواریدهای Akoya)
AA:پایین ترین درجه مروارید که Luster پایین و نیز ناپاکی بیش از بیست و پنج درصد دارد.ضخامتnacre ضعیف و در حدود بیست و پنج صدم میلی متر و یا کمتر است.

سیستم درجه بندی 'A-D'

این سیستم درجه بندی مرواریدها را با توجه به یک معیار از A-Dدرجه بندی می کند که A بالاترین درجه است.این سیستم در جزایر پلینزی فرانسه (French Polynesia) فقط برای درجه بندی مرواریدهای Tahitian and South Sea استفاده می شود.

A: بالاترین درجه مروارید با Luster خیلی بالا که میزان ناپاکیهای خرد آن حداکثر ده درصد است.
B: مروارید با Luster بالا یا متوسط که میزان ناپاکیهای قابل مشاهده آن حداکثر سی درصد است.
C: مروارید با Luster متوسط که میزان ناپاکیهای قابل مشاهده آن حداکثر شصت درصد است.
D:ممکن است بالای شصت درصد ناپاکیهای خرد داشته باشد و یا حداکثر شصت درصد ناپاکیهای عمیق.

توجه: واحد سنجش وزن مروارید grain است که یک چهارم قیراط است .

PEARL SIZES

اندازه مرواریدهای دریای جنوب بین ۲۰-۲ میلی متر است .رایج ترین مرواریدهایی که فروخته می شوند مرواریدهای با سایز ۷/۵-۷ میلی متر هستند.

SHAPE



SURFACE LUSTRE

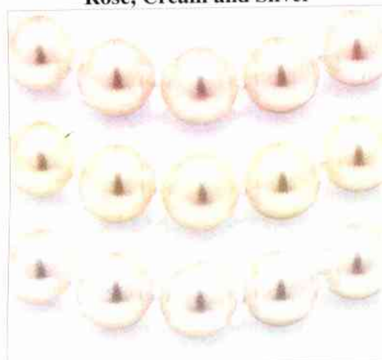


SURFACE QUALITY



در زیر رایج ترین overtone های مرواریدهای سفید Akoya را مشاهده می کنید.

Rose, Cream and Silver



نور(Light)

نور Polarized: نوری است که در یک جهت و عمود بر مسیر حرکت نور ارتعاش دارد.
نور Un polarized: نوری است که در تمام جهات عمود بر مسیر حرکت نور ارتعاش دارد.

خاصیت نوری

Single Refractive Index: بدلیل نظم مولکولی و تراکم مولکولی یکسان در تمام وجه ها نور Un polarized همان طور که وارد سنگ میشود خارج میشود. خاصیت نوری این سیستم کریستالی Single Refractive index میباشد و در این گروه یک عدد .R.I بدست می آوریم.
سیستم کریستالی cubic, amorphous دارای خاصیت نوری .S.R میباشد.

Double Refractive Index: بدلیل تراکم مولکولی متفاوت در وجه های مختلف نور Un polarized زمانی که وارد سنگ میشود به دو شاخه تقسیم میشود و polarize شده خارج میشود . در این گروه دو عدد .R.I بدست می آوریم.سنگهایی که دارای اختلاف.R.I (Birefringence) حداقل ۰/۰۲ باشند پدیده doubling دارند مانند:

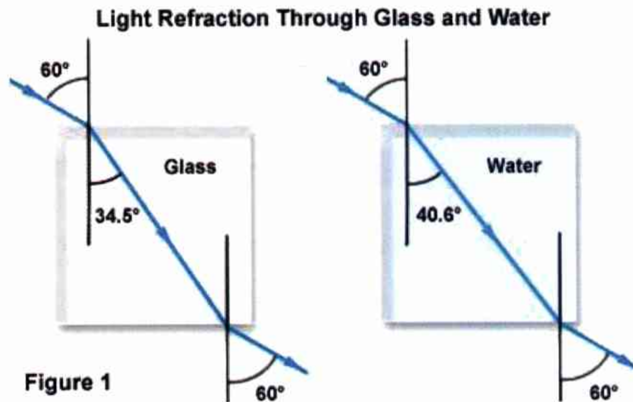
Tourmaline,calcite,moissanite,peridot,zircon,syn.rutile



The doubled facet reflections seen under magnification in this sphene and zircon

ضريب شكست نور

ضريب شكست، مقياسي براي ميزان شكست نور است. در سنگ هاي با دو ضريب شكست، وقتي نور وارد سنگ مي شود، به دو پرتو تبديل شده که هر پرتو مسير متفاوتي را طي مي کند.



سرعت نور در شی مورد نظر / سرعت نور در هوا = ضريب شكست نور

ضريب شکست نور شيشه ۳۰۰۰۰۰/۱۹۷۳۶۸=۱/۵۲

ضريب شکست نور کراندوم ۳۰۰۰۰۰ /۱۶۹۵۰۰=۱/۷۷

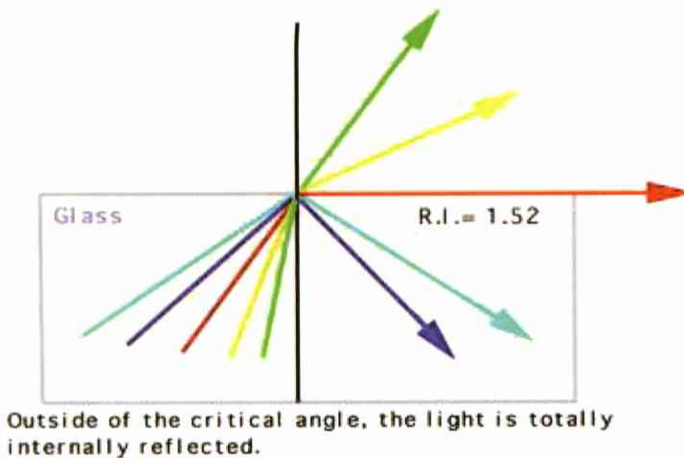
واحد سرعت نور ثانيه / کيلومتر است.

زاویه حد(CRITICAL ANGLE)

حداکثر زاویه ای که نور میتواند از آن خارج شود را زاویه حد یا CRITICAL ANGLE سنگ میگویند. این زاویه در الماس ۲۴/۵ درجه است و بدین مفهوم است که اگر نور تا این زاویه به سنگ بتابد از سنگ خارج میشود و اگر نور دقیقا به این زاویه بتابد مماس بر سنگ خارج میشود و اگر خارج از این زاویه بتابد بازتابش درونی کلی پیدا میکند که totally internally reflected می گویند .

تراشکارها سعی میکنند بیشتر زاویه حد در قسمت بالای سنگ تشکیل شود که آنرا زاویه پاویلیون تامین میکند که باید ۴۳ درجه باشد و در مبحث آب سنگ بسیار قابل اهمیت است.

زاویه حد بر اساس ساختار کریستالی و ضریب شکست نور هر سنگ تعیین میشود و فرمول آن بشرح ذیل است:



Outside of the critical angle, the light is totally internally reflected.

Sin C.A.= 1/R.I. ………………C.A.= Arc Sin 1/R.I.

شیشه Sin C.A.=1/1.52=0.6578…………. C.A.=Arc Sin 0.6578= ?

یاقوت Sin C.A.=1/1.77=0.5649 ……………C.A.=Arc Sin 0.5649=34.39°

چلسی فیلتر(Chelsea filter)

دستگاهی است که اولین بار در لندن ساخته شده و دارای دو فیلتر ژلاتینی به رنگ Deep red و yellowish Green است.این فیلتر به emerald filter هم معروف است.
عنصر chromium در emerald به نسبت غلظتی که در سنگ وجود دارد در زیر این فیلتر به رنگ pinkish یا redish دیده میشود. زمردهای افریقای جنوبی از پشت این فیلتر به رنگ صورتی ضعیفی دیده میشوند که به نسبت زمردهای دیگر chromium کمتری دارند.برخی از سنگهای زمرد مصنوعی به علت وجود کروم خیلی زیاد در ترکیبشان در زیر این فیلتر قرمز تیره دیده میشوند.
این دستگاه در حال حاضر تست مطمئنی برای تشخیص زمرد نیست.درضمن سنگهای رنگ آبی مثل:
Syn.spinel وb.glass وsyn.b.quatrz بدلیل دشتن عنصر کبالت زیر این دستگاه قرمز دیده میشود.

STONE:	REACTION:
Green stones:	
Alexandrite	Red
Aquamarine	Distinctly Green
Aventurine Quartz........	Reddish
Chrome Chalcedony........	Red
Chrysoprase	Green
Demantoid Garnet	Reddish
Emerald *........	Pink to Red
*(some Emeralds from South Africa and India may not show a Red hue, but remain Greenish)	
Enstatite........	Green
Fluorite........	Reddish
Glass (pastes)	Green
Hiddenite	Slight Pink
Jadeite	Green
Peridot	Green: Aqua Blue
Sapphire	Green
Soude' emerald*........	Green
*(the old type soude' emerald may show Red)	
Stained Bowenite	Red
Stained Chalcedony	Red
Stained Jadeite	Red
Synthetic Corundum (Alexandrite color)	Red
Synthetic Emerald (most)	Strong Red
Synthetic Sapphire	Red
Synthetic Spinel *........	Red
*(some old types may show Green)	

Tourmaline *........	Green
*(Certain anomalous green tourmalines have been found to show Red – which would indicate chrome tourmaline)	
Tsavorite garnet........	Red
Uvarovite garnet	Pink
Zircon........	Reddish
Red stones:	
Garnets Dark Red(no fluorescence)........	Red
Garnet-topped doublets (no fluorescence)........	Dark Red
Glass (paste) (no fluorescence)........	Dark Red
Ruby (natural and synthetic)Strong fluorescence........	Red
Spinel Fluorescent	Red
Spinel (synthetic) *Fluorescent	Red
*(The pink synthetic spinel does not show a red color through the filter)	
Blue stones:	
Aquamarine........	Distinctive Green
Garnet-topped doublets........	Greenish-Blue
Glass (pastes) Dark Blue	Red
Glass (pastes) Light Blue	Greenish
Lapis Lazuli	Weak Brownish Red
Sapphire Blackish-*........	Green
*(The Blue sapphire which shows a Purple color under artificial light, usually shows Red under the filter)	
Sodalite	Slightly Brownish
Spinel	Reddish
Spinel (natural) colored by cobalt........	Red
"Swiss lapis" Greenish-Blue........	Greenish-Blue
Synthetic Sapphire *........	Dark Greenish-Blue
*(The natural and synthetic sapphire are indistinguishable under the color filter)	
Synthetic Spinel Dark Blue........	Red
Synthetic Spinel Light Blue	Orange
Synthetic Spinel "Zircon" color	Orange to Red
Synthetic Spinel "Lapis lazuli" color	Bright Red
Zircon	Greenis
Purple stones:	
Amethyst	Reddish
Violet Sapphire	Bright Red

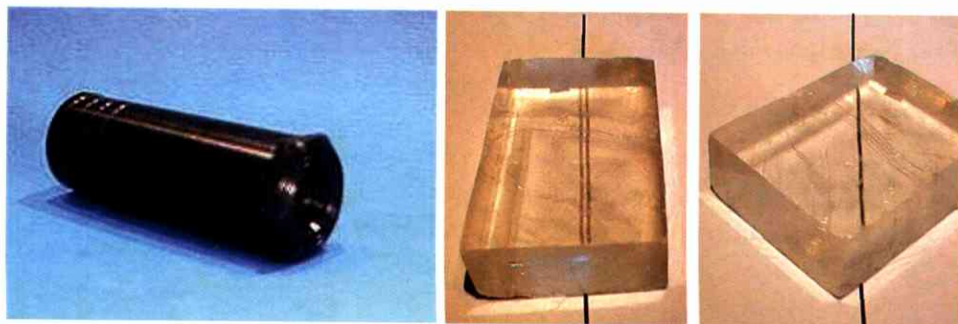
دایکروسکوپ(Dichroscope)

دو نوع dichroscopes در بازار وجود دارد:

- Calcite dichroscopes
- Polarizing dichroscopes

در گوهرهای anisotropic رنگهای مختلف در جهت های مختلف جذب می شوند.
("directional selective absorption") که باعث می شود pleochroism با dichroscope مشاهده شود.

Calcite dichroscopes



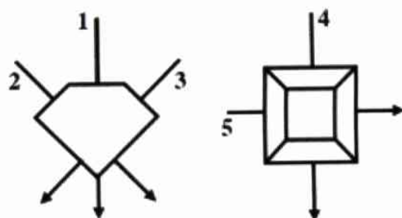
Dichroscope کلسیت بر اساس جدا سازی پرتو پلاریزه شده خروجی از گوهر با سرعت آهسته وسریع کار میکند.
اگر شما از چشمی این دستگاه نگاه کنید دو پنجره دیده می شود. گوهر در جلوی روزنه قرار می گیرد و نور مستقیما از پشت سنگ تابیده می شود و از طریق روزنه وارد دستگاه می شود.
رنگهای چند رنگی (pleochroism) داخل گوهر توسط calcite rhomb جدا می شوند.
منشورهای شیشه ای دو طرف calcite rhomb نور را بطور مستقیم از میان دستگاه هدایت می کنند.

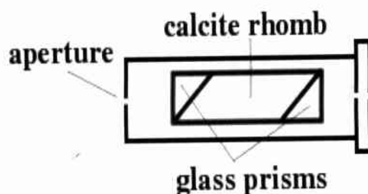
شرایط دیدن چند رنگی:

۱-رنگی باشد. ۲- شفاف باشد. ۳- Anisotropic باشد.

Proper use and possible observations

مشاهده





جهت های آزمایش گوهر

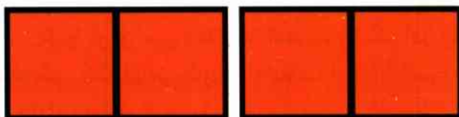
گوهر در جلوی روزنه قرار می گیرد(در فاصله خیلی کم در حد تماس) ونور سفید از پشت به سنگ تابیده می شود.وقتی کسی با دستگاه نگاه می کند دو پنجره کوچک رنگی نزدیک بهم می بیند.دو رنگ ممکن است مثل هم باشند یا با هم فرق داشته باشند.حال باید دستگاه را به میزان ۱۸۰° بین انگشتهایتان بچرخانید و بررسی کنید که آیا رنگها همانطور مانده اند یا فرق کرده اند.
این عمل باید از زاویه های مختلف تکرار شود:

۱- از طریق table
۲- از طریق crown facet
۳- از طریق جهت دیگر crown facet
۴- از طریق girdle
۵- از طریق جهت دیگر girdle

بعد از مشاهده تصاویر سه حالت ممکن است رخ دهد:

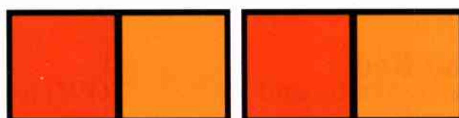
۱- رنگهای دو پنجره در تمام جهات ثابت باقی می ماند یعنی سنگ(isotropic (single refractive است.
۲-در نهایت دو رنگ مشاهده می شود یعنی سنگ anisotropic uniaxial است.
۳-در نهایت سه رنگ مشاهده می شود یعنی سنگ anisotropic biaxial است.

Isotropic stones



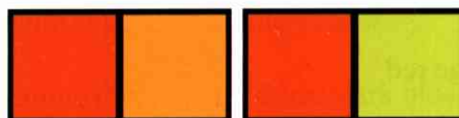
در طول چرخش و در تمام جهات در دو پنجره یک رنگ دیده می شود یعنی سنگ single refractive است گرچه استثناء هم وجود دارد مانند heated citrine

Uniaxial stones



در طول چرخش و در تمام جهات در دو پنجره دو رنگ دیده می شود یعنی سنگ Anisotropic uniaxil است گرچه استثناء هم وجود دارد.
این سنگها بعنوان (di = 2, chrom = colored) "dichroic" مطرح می شوند.

Biaxial stones



در طول چرخش سه رنگ مشاهده می شود و استثناء هم ندارد. این سنگها بعنوان (tri = 3, chrom = colored) "trichroic" مطرح می شوند.

در حالت دو رنگی : در هر جهت این پدیده را قوی تر دیدیم به این معنی است که آن جهت عمود بر محور نوری است.(در سنگهایی که پدیده دو رنگی دارند table آنها عمود بر محور نوری تراشیده می شود.)

در حالت سه رنگی : در هر جهت این پدیده را قوی تر دیدیم به این معنی است که آن جهت موازی محور کریستالی است.

Cutting pleochroic stones

بدلیل اینکه میزان رنگ در نقاط مختلف سنگهای طبیعی می تواند تغییر کندtable آنها را در جهت .S.R قرار می دهند تا غلظت رنگ افزایش یابد اما در سنگهای مصنوعی میزان رنگ توسط بشر کنترل می شود و غلظت آن بالا است و تلاش در جهت حفظ وزن سنگ است بهمین دلیل table را موازی با محور نوری تراش می دهند.در سنگهای طبیعی از table یک رنگی و در سنگهای مصنوعی flamefusion دو رنگی می بینیم.
توجه:همه سنگها چند رنگی ندارند.

جدول چند رنگی

S,D,W,VW = strong, distinct, weak, very weak

Pink and Red

Andalusite (S)........dark red/brown red

Morganite (see beryl) (D).........light red/red violet

Alexandrite/Crysoberyl (S).......dark red/orange/green

Ruby (S).............violet red/orange red

Rose Quartz (S).......brown red/light pink

Synth. Corundum (S)...violet red/orange red

Topaz (DS)...........light red/yellow

Tourmaline (S)........dark red/light red

Zircon (D)............red purple/red brown

Purple and Violet

Corundum (S)...........violet / orange

Tourmaline (S)....light purple / purple

Amethyst (WD)....purple / reddish purple

Andalusite (S)..brownish-green/dark red/purple

Spodumene (Kunzite) (S).....violet/purple/colorless/pink

Beryl (DS).............violet/colorless

Alexandrite/Crysoberyl(S)..red-purple/orange/dark green

Topaz (DS).........light to very light purple

Blue

Beryl (WD).........light blue /darker blue

Corundum (S)..dark violet-blue/light green-blue

Topaz (WD)............colorless/light blue

Tourmaline (S)........dark blue/light blue

Zircon (S)...........med.blue/colorless/grey

Apatite (S)..............blue/yellow

Benitoite (S)..........colorless/dark blue

Iolite (S)..colorless/yellow/blue/dark blue-violet

Zoisite (S).....blue/violet red/green yellow

Zoisite (Heated) (S).....blue/violet/pink

Green

Emerald (S)..............green/blue green

Sapphire (S).............green/yellow green

Tourmaline(S).blue green/dark brown green/yellow green

Zircon (W)................brown green/green

Topaz (D).................blue green/light green

Sphene (D)................brown green/blue green

Andalusite (S)...........brown green/dark red

Alexandrite/Crysoberyl (S)...........dark red/orange/green

Peridot (W)..............yellow green/green

Yellow

Beryl (W)..........light green yellow/light blue

Chrysoberyl (D)...colorless/very light yellow/green yellow

Sapphire (W)................yellow/light yellow

Danburite (W).....very light yellow/light yellow

Phenakite (D)...........colorless/orange yellow

Citrine (VW)......light yellow/very light yellow

Spodumene (D).....light yellow/very light yellow

Topaz (D)......brown yellow/yellow/orange yellow

Tourmaline (D)..........light yellow/dark yellow

Zircon (W)..................yellow brown/yellow

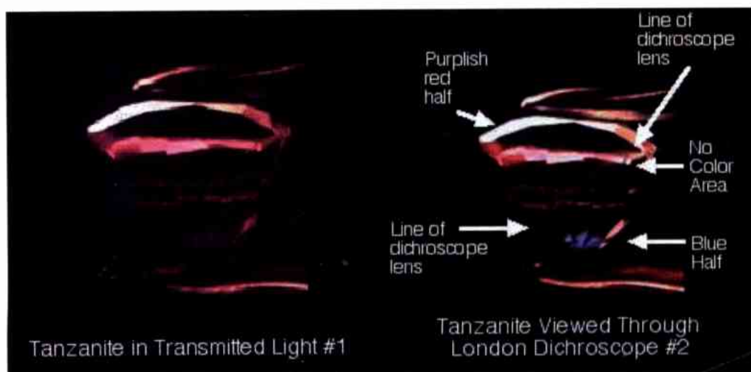
Polarizing dichroscopes



چند رنگی ممکن است با استفاده از فیلترهای پلاریزه کننده قابل مشاهده باشد که این فیلترها نسبت به نوع کلسیت ارزانتر هستند ولی کار کردن با آنها بدلایل مختلف از جمله تنظیم دو فیلترنسبت به هم مشکل است.



در زیر یک سنگ تانزانایت را تحت نور عبوری با London dichroscope مشاهده می کنید.



لومینسنس(Luminescence)

Luminescence پدیده ای است که خودش را بصورت تابان در یک گوهر نشان می دهد.این پدیده بدلیل جذب انرژی و آزادسازی مازاد آن در اندازه های کوچک است.
منابع انرژی معمولا عبارتند از:

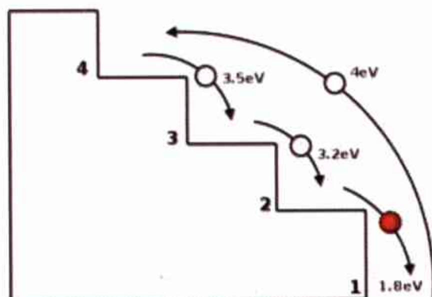
ultraviolet light, X-ray light and even visible light

انواع Luminescence مورد استفاده در گوهرشناسی عبارتند از:

- Fluorescence
- Phosphorescence

Fluorescence

وقتی یک گوهر زیر نور ماوراء بنفش قرار می گیرد نور را جذب می کند و نور جذب شده تحت فرایندی داخل گوهر انرژی از دست خواهد داد. (پرتوهای نور ماوراء بنفش به اتمهایی که دور هسته در حال چرخش هستند انرژی وارد کرده و این اتمها را در مدار بالایی قرار می دهند که در زمان برگشت انرژی رها می شود.)این کاهش انرژی سبب می شود که نور ماوراء بنفش به یک رنگ در محدوده نور قابل مشاهده تغییر کند.
همه پرتوهای نوری یک مقدار خاص انرژی که بصورت الکترون ولت (eV (electron Volts بیان می شود با خود حمل می کنند و نور با طول موج پایین تر انرژی بالاتر دارد.
برای مثال نور قرمز انرژی در حدود 1.8eV و نور بنفش انرژی در حدود 3.1eV دارد. وقتی که میزان کاهش انرژی نور ماوراء بنفش (با انرژی حدود 4eV) در حدود 2.2eV باشد آنچه از انرژی باقی می ماند 1.8 = 2.2 - 4 است که میزان انرژی نور قرمز است.
ذکر این نکته ضروریست که انرژی از دست رفته به انواع انرژیهای دیگر ازجمله گرمایی تبدیل می شود.



دیاگرام نمایش چگونگی فلوئورسنسی

	violet	red					
Cosmic Rays	Gamma Rays	X-Rays	Ultra-violet	Visible Light	Infra-Red	Micro Waves	Gamma Rays

X-Rays	Vacuum UV	Short wave UV	Middle wave UV	Long wave UV	Visible light
	200	280	315	400	

دو نوع نور ماوراء بنفش در گوهر شناسی مورد استفاده است که عبارتند از:

- Shortwave ultraviolet light, or S-UV (with a wavelength of about 254nm)
- Longwave ultraviolet light, or L-UV (with a wavelength of about 366nm)

Relationship between wavelength and quantum energy

<-------- wavelength --------

wavelength	800nm	700nm	600nm	500nm	400nm	300nm	200nm
energy	1.55eV	1.77eV	2.07eV	2.48eV	3.1eV	4.13eV	6.2eV

--------- energy --------->

هشدار: هنگام استفاده از نور ماوراء بنفش از چشمان خود محافظت نمایید.

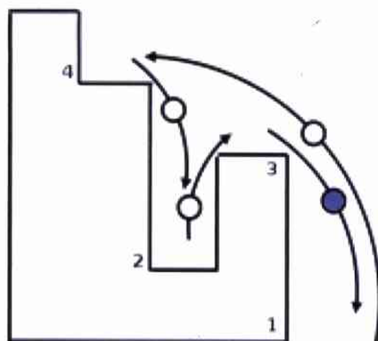
در سنگهای رنگی تاثیر نور ماوراء بنفش بصورت تشدید رنگ ویا تغییر رنگ است ولی در الماس و .c.z و دیگر سنگهای سفید بصورت تغییر رنگ می باشد.
شما می توانید یک سنگ flame fusion ruby را زیر نور ماوراء بنفش نگاه کنید آنگاه خواهید دید که رنگ گوهر تشدید می شود و میزان تاثیر نور در آن زیاد است که می توانید این میزان را مقیاس قرار دهید برای تعیین میزان تاثیر نور ماوراء بنفش در اندازه های پایین تر.
در تصاویر زیر میزان تاثیر نور ماوراء بنفش را در الکسندرایت مصنوعی مشاهده می کنید.



الکسندرایت مصنوعی تحت نور ماوراء بنفش با طول موج کوتاه (سمت راست)و با طول موج بلند(سمت چپ)

Phosphorescence

فسفرسنسی شبیه فلوئورسنسی است منتهی طول عمر تابش آن متفاوت است.در فسفر سنسی مواد بعد از اینکه در معرض تابش نورقرار می گیرند می توانند از کسری از ثانیه تا چندین ساعت تابش داشته باشند (گرچه تابش طولانی مدت در مواد معدنی مشاهده نشده است).



دیاگرام"تله"

وقتی که الکترون به اندازه کافی توسط منبع نور ماوراء بنفش دارای انرژی می شود الکترون از مرحله پایه (۱) به مرحله انرژی بالاتر(۴) جهش خواهد کرد.در زمان برگشت الکترون داخل یک شکاف(۲) خواهد افتاد.این الکترون که در داخل شکاف به تله افتاده است به انرژی بیشتری برای جهش به بیرون نیاز خواهد داشت.مادامیکه منبع نور ماوراء بنفش الکترونها را تغذیه می کند فلوئور سنسی دیده می شود اما وقتی که منبع خاموش می شود الکترونها در داخل تله باقی می مانند تا انرژی دیگری برای رهایی آنها تامین شود.انرژی مورد نیاز برای خروج الکترونها از تله از نور سفید تامین می شود.از آنجا ئیکه نور سفید انرژی کمتری نسبت به نور ماوراء بنفش حمل می کند نرخ رهایی الکترون آهسته تر می شود بنابراین یک تابش ایجاد می شود که به این پدیده فسفرسنسی گفته می شود.

بررسی تاثیر نور ماوراء بنفش بر سفایر و زمرد

Sapphire

سفایر معمولا با نور قابل مشاهده فلوئورسنسی نشان نمی دهد.اما اگر ما آنرا در معرض نور ماوراء بنفش طول موج کوتاه قرار دهیم آن تغییر می کند.این تاثیر در سفایر بی رنگ مصنوعی خیلی واضح دیده می شود که یک تشعشع bluish white (‘chalky’) در محدوده nm ۴۲۰-۴۱۰ نشان می دهد.

Synthetic sapphire

این فلوئورسنسی آبی در سفایر مصنوعی حداقل از سال ۱۹۴۸ مشاهده شده است.حال آنکه معمولا در گزارشات گوهرشناسی نادیده گرفته شده است. (c.f. Evans, 1994) Evans بعد از مشاهده اطلاعات حدس زد که این فلوئورسنسی به جهت Ti4+ charge-transfer transition است که بعدا توسط Wong تائید شد. یونهای Ti4+ آزاد یا جفت های Ti–Al این فلوئورسنسی را تولید می کنند.

Ti4+ charge-transfer transition در کراندوم خیلی قوی است که باعث می شود فلوئورسنسی حتی با وجود Ti4+ 1 ppm به آسانی با چشم مشاهده شود. اکثر سفایرهای مصنوعی موجود در بازار حداقل شامل Ti4+ 1 ppm در ترکیب سازنده هستند.

پیک های فلوئورسنسی هنگامیکه غلظت Ti4+ خیلی کم است درحدود ۴۱۵nm است ولی وقتیکه غلظت افزایش می یابد پیک فلوئورسنسی به سمت ۴۸۰ nm یا ۴۶۰ حرکت می کند که فلوئورسنسی greenish-blue or whitish-blue بوجود می آید.این فلوئورسنسی به دمای رشد و غلظت Ti4+ و سایر ناخالصی ها بستگی دارد.در کراندوم مصنوعی دمای رشد بالا و غلظت بالای Ti4+ فلوئورسنسی گچی تولید می کند.

در heat-treated sapphires با مقدار آهن کم (مانند نمونه های سریلانکا) دمای بالای پروسه شرایطی شبیه به مصنوعی فراهم می کند.

Natural sapphire

سفایرهای طبیعی در دماهای خیلی پایین تر رشد می کنند بنابراین Ti4+ کمتر مایل به برقراری پیوند با خانه های خالی آلومینیوم است.این دما های پایین همچنین منجر به برقراری پیوند یا جفت شدن Ti4+ با سایر یونها مانند Fe2+ or Mg2+ می شود که مانع از فلوئورسنسی می شوند.عامل جلوگیری کننده دیگر حضور Fe3+ است که فوئورسنسی را از بین می برد.

Heat-treated sapphire

سفایرهای آبی که در طبیعت یافت می شوند معمولا شامل exsolved rutile هستند بنابراین تیتانیوم در این مایکرو کریستالهای روتایل غلیظ شده است.وقتیکه سنگ حرارت داده می شود روتایل داخل کراندوم توسط انتشار حل می شود اما چون انتشار آهسته است محل تجمع Ti4+ می تواند گسترده باشد که این گستردگی تجمع Ti4+ باعث می شود یونهای Ti4+ آزاد شکل بگیرند. بعلاوه حل کردن روتایل باعث بوجود آمدن پیوند Ti4+–Al می شود.بدلیل اینکه توزیع روتایل و (آهن در محلول) در زونها اتفاق می افتد توزیع فلوئورسنسی آن زونها را منعکس خواهد کرد.فلوئورسنسی در جائیکه آهن کمترین مقدار و یون تیتانیوم بیشترین مقدار را داراست شدت خواهد داشت.

سفایرهای بازالتیک با ترکیب آهن بالا (مانند نمونه های استرالیا و تایلند و...) بعد از عملیات حرارتی فلوئورسنسی نخواهند داشت هنگامیکه غلظت آهن خیلی بیشتر از غلظت Ti4+ است .

همه نکات بیان شده در جدول زیر آمده است:

Material	**Impurity Levels**	**Growth Temperature**	**Growth Speed**	**Chalky SW UV Fluorescence**
Synthetic sapphire	Low	High	Fast	Chalky
Natural sapphire	Various	Low	Slow	Inert
Heat-treated sapphire (low Fe type)	High Ti relative to Fe	Initially low; high during treatment	Slow; fast during treatment	Chalky in zones
Heat-treated sapphire (Fe-rich type)	Low Ti relative to Fe	Initially low; high during treatment	Slow; fast during treatment	Inert



فلوئور سنسی پرکننده ها در زمرد

فلوئورسنسی نور ماوراء بنفش می تواند در تشخیص عملیات بهبود کیفیت موثر باشد.زمردها معمولا با روغنها / رزینها پر می شوند.در تصویر بالا یک زمرد در معرض نور ماوراء بنفش با طول موج بلند قرار گرفته است.پرکننده ها به وضوح با فلوئورسنسی آبی رنگ دیده می شوند.توجه کنید که رنگ اصلی سنگ زیر نور ماوراء بنفش چقدر متفاوت بنظر میرسد.عکس توسط:Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D70



در این تصویر یک یاقوت قرمز از معدن مانگ سو برمه که عملیات بهبود گرمایی و ترمیم فلاکس روی آن انجام شده است را مشاهده می کنید.فلوئورسنسی آبی گچی نشانگر قوی عمل بهبود گرمایی با درجه حرارت بالا است.عکس توسط:Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D70



در این تصویر ما یک فلوئورسنسی سبز گچی زیر نور ماوراء بنفش با طَول موج کوتاه روی سفایر طبیعی بدون عملیات بهبود کیفیت با منشا ماداگاسکار مشاهده می کنیم.این فلوئورسنسی روی لایه ای نازک از سطح سنگ با مرز تیز می باشد.همانطور که در تصویر دیده می شود ناحیه سه گوش کوچک سیاه رنگ بدون فلوئورسنسی است.تصویر توسط:Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D200



Tufted love

وقتی که یک سفایر تحت عملیات بهبود گرمایی با دمای بالا قرار میگیرد اغلب زیر نور ماوراء بنفش با طول موج کوتاه فلوئورسنسی آبی گچی تا سبز متمایل به آبی ایجاد می شود.عکس توسط:
Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D70



Ring around the collar

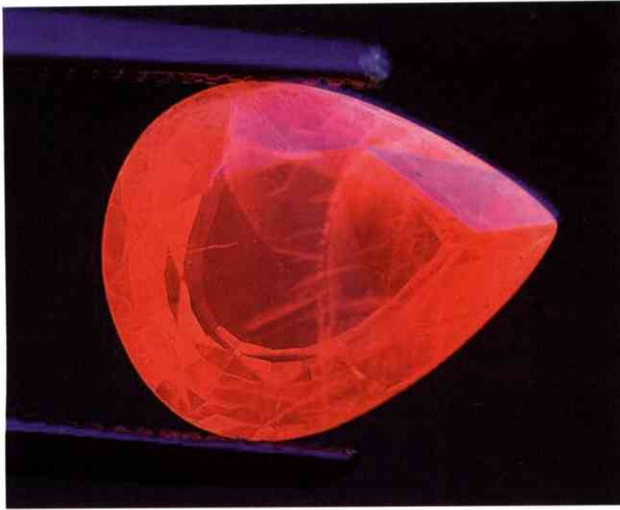
همان سنگ بالا که از قسمت culet مشاهده می شود با فلوئورسنسی واضح حلقه ای به رنگ آبی گچی



یکی دیگر از فلوئورسنسی های کراندوم فلوئورسنسی نارنجی رنگ "apricot" است که در سفایر آبی و زرد از کشورهای سریلانکا و ماداگاسکار مشاهده می شود.این فلوئورسنسی هم با طول موج بلند و هم با طول موج کوتاه قابل مشاهده است ولی همیشه با طول موج بلند قوی تر است واین فلوئورسنسی ارتباطی به عمل بهبود گرمایی ندارد.این سنگ سفایر آبی بدون عملیات بهبود کیفیت زیر نور با طول موج بلند از کشور ماداگاسکار است. توجه کنید به قسمت culet که بدلیل تجمع زیاد رنگ آبی فلوئورسنسی ندارد.عکس توسط:
Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D200



این سنگ سفایر آبی بدون عملیات بهبود کیفیت زیر نور با طول موج بلند از کشور ماداگاسکار است.
عکس توسط: Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D200



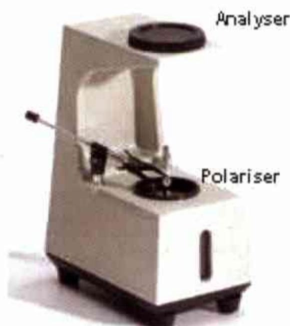
در این تصویر یک یاقوت قرمز از معدن مانگ سو برمه که عملیات بهبود گرمایی و ترمیم فلاکس روی آن انجام شده است را مشاهده می کنید.فلوئورسنسی آبی گچی نشانگر قوی عمل بهبود گرمایی با درجه حرارت بالا است که بخاطر فلوئورسنسی قرمز محو شده و بنابراین سخت دیده می شود.
عکس توسط:Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D70



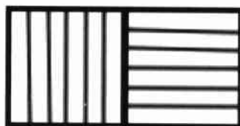
همان سنگ بالا را در حالیکه زیر یک فیلتر سبز Schott BG-12 قرار گرفته است را مشاهده می کنید.این فیلتر فلوئورسنسی قرمز را محو می کند ، بنا براین دیدن نواحی آبی گچی را آسانتر می کند.
عکس توسط:Richard W. Hughes/AGTA GTC; Nikon D70

پلارایسکوپ(Polariscope)

این وسیله برای تعیین خصوصیت نوری گوهرها است.با اضافه نمودن تعدادی ابزار کوچک شخص می تواند هم خصوصیت نوری و هم نشان نوری گوهر را تعیین کند.



این وسیله نور پلاریزه شده را برای تعیین هویت گوهر استفاده می کند و شامل دو فیلتر پلارایزر و آنالایزرقابل چرخش یکی در پایین و یکی در بالای دستگاه می باشد.
فیلترهای پلاریزه کننده از ورقه های پلاستیک پلاریزه کننده (polyvinyl alcohol containing dichroic molecules - stretched polymers) ساخته می شوند.



دو فیلتر پلاریزه کننده

اگر این دو فیلتر در جهت عمود برهم (یکی شمالی -جنوبی و دیگری شرقی – غربی) قرار بگیرند حالت dark position یا crossed position بوجود می آید که گوهرها در این حالت می توانند مورد آزمایش قرار بگیرند.

نحوه کار:

یکی از دو فیلتر را می چرخانیم تا dark position یا crossed position بوجود اید حال می توان موارد زیر را بررسی کرد:

- isotropic
- anisotropic
- anomalously double refractive or A.D.R.
- anisotropic aggregate

Operation of the polariscope and possible observations

سنگ را بصورت face down از روی table در موقعیت dark position روی فیلتر پایینی قرار دهید و در حالیکه آنرا از طریق فیلتر بالایی مشاهده می کنید به آهستگی بچرخانید تا یکی از چهار حالت زیر را به شما ارائه دهد:

۱- سنگ در طول چرخش ۳۶۰ درجه تاریک باقی می ماند یعنی آن isotropic(single refractive) است.

۲- سنگ در طول چرخش ۳۶۰ درجه چهار بار روشن و تاریک می شود یعنی آن anisotropic (double refractive) است.

۳-سنگ در طول چرخش ۳۶۰ درجه روشن خواهد بود یعنی سنگ Aggregate است مانند عقیق.

۴-سنگ را در موقعیت روشن خود قرار دهید و فیلتر بالایی را ۹۰ درجه بچرخانید اگر روشنتر شد یعنی آن single refractive است و اثرA.D.R را نشان می دهد ولی اگر سنگ در همان وضعیت روشنایی باقی بماند و یا تاریک تر شود یعنی double refractive است.

توجه کنید که درجه شفافیت سنگ باید در بازه transparent to translucent قرار داشته باشد تا نور بتواند از میان آن عبور کند.

سنگهای brilliant cut را از قسمت پاویلیون بروی فیلتر قرار می دهند چرا که اگر به صورت سنگهای دیگر مورد آزمایش قرار گیرند میزان نوری که از سنگ عبور کرده و به چشم ما می رسد برای دیدن خاصیت نوری سنگ کافی نیست بهمین دلیل آنرا از پاویلیون قرار می دهند تا میزان نور بیشتری عبور کند.

الماس و مشابه های آن بدلیل بدلیل سختی و ضریب شکست بالا اجازه عبور نور را در تراش brilliant cut نمی دهند. برای تشخیص خاصیت نوری این قبیل سنگها آنها را در مایع که ضریب شکست آن به سنگ نزدیک است قرار می دهند و سپس با دستگاه polariscope عمل تشخیص انجام می شود.

بعضی از رنگها در دستگاه polariscope جواب درست و قطعی نمی دهند مانند: قرمز ، نارنجی ، ارغوانی و بنفش.

Conoscopy



در گوهر شناسی ما از یک conoscope (a strain free acrylic or glass sphere on a rod) برای تعیین خصوصیت نوری(uniaxial or biaxial)گوهرهای anisotropic استفاده می کنیم.این وسیله یک تصویر دو بعدی از تداخل سه بعدی یک ماده معدنی ارائه می دهد.

interference figure: اینها تاثیرات نوری هستند و زمانی دیده می شوند که مواد معدنی .D.R از وجه های موازی در نور polarized همگرا دیده می شوند بنابراین همیشه حول محور نوری ماده معدنی ظاهرمی شوند.

اندازه شکل یک interference figure به دو عامل بستگی دارد:

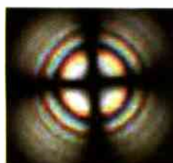
ضخامت سنگ و birefringence آن. هرچه سنگ کم عمق تر وbirefringence آن کمتر باشد حلقه ها بزرگتر و آشکارتر خواهند بود.

ساده ترین راه برای پیدا کردن یکinterference figure اینست که در حالیکه از فیلتر بالایی نگاه می کنید سنگ را روی فیلتر پایینی بچرخانید در هر جهتی که فلش های کوچک رنگی روی سطح گوهر دیدید conoscope را روی آن قراردهید حال شما باید ببینید که فلش های رنگی به یک تصویر گرد دو بعدی تبدیل می شوند.

استفاده از یک immersion cell همراه polariscope ممکن است شما را قادر بسازد که interference figure را سریعتر پیدا کنید.

روش دیگر پیدا کردن interference figure اینست که سنگ را از همه طرف در polariscope نگاه کنید تا ببینید کجا گوهر روشن و تاریک نمی شود (این جهت مسیر محور نوری خواهد بود.)

سنگهای uniaxial یک محور نوری و سنگهای biaxial دو محور نوری دارند.



Typical uniaxial image

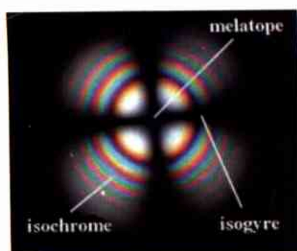


Typical uniaxial image of quartz (bull's eye)



Typical biaxial image

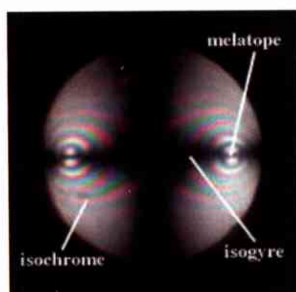
Interference figure nomenclature



Uniaxial

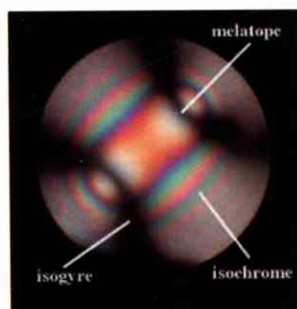
در یک سنگ Uniaxial "melatope" مرکز تقاطع سیاه را نشان می دهد که جهت محور نوری نیز است.

تقاطع سیاه از دو "isogyre" ال شکل بوجود آمده که در سنگUniaxial همیشه در همان موقعیت باقی می مانند.حاشیه های رنگی "isochrome" نامیده می شود.



Biaxial

سنگهای Biaxial دو محور نوری و درنتیجه دو "melatope" دارند.



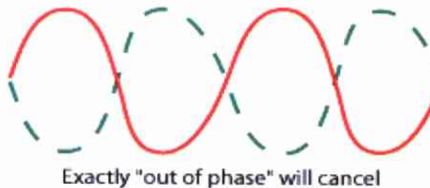
Biaxial with 45° rotation

دو "isogyre" در این حالت به "2V" نیز معروف هستند.

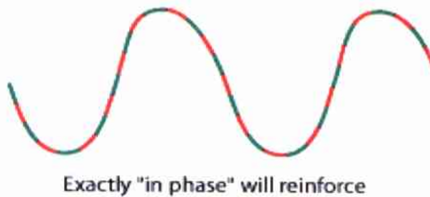
تاخیر(Retardation)

در کانی شناسی تاخیر بدین معنی است که یک پرتو نور شکسته شده پشت پرتوی نور دیگر عقب می ماند.
وقتی نور وارد یک گوهر با دو ضریب شکست نور می شود به دو پرتو تقسیم می شود-یک پرتو سریع ویک پرتو کند-از آنجائیکه پرتو سریعتر با سرعت بیشتری داخل گوهر سیر می کند بنابراین جلوتر از پرتو کند خواهد بود.وقتی پرتو کند گوهر را ترک می کند ،پرتوی سریع مسافت زیادی را بیرون گوهر طی کرده است که این مسافت طولانی بعنوان تاخیر شناخته می شود و واحد آن نانومتر است.
طی یکسری محاسبات نشان داده شده که این تاخیر به ضخامت سنگ و اختلاف ضرایب شکست نور گوهر بستگی دارد.

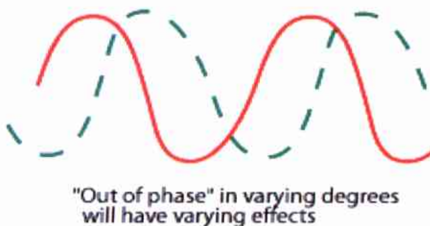
Phase Relationship
Light Waves



Exactly "out of phase" will cancel



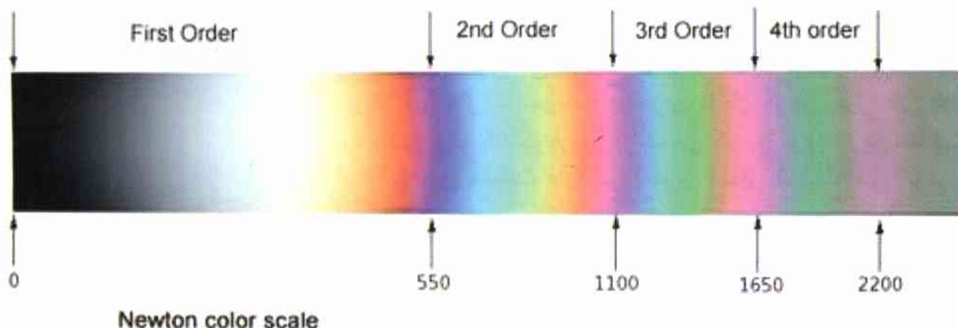
Exactly "in phase" will reinforce



"Out of phase" in varying degrees
will have varying effects

وقتی سنگ بین دو فیلتر پلاریزه کننده یک پلارایسکوپ قرار می گیرد،دو پرتو در انالایزر یا با هم ترکیب می شوند یا همدیگر را به بیرون هدایت می کنند.به این بستگی دارد که پرتوها در فاز یا بیرون فاز باشند.این عمل رنگهای تداخلی خاصی را تولید می کند.

این رنگها یک الگوی واضح را همانطور که در در جه رنگی نیوتن ذیل می بینید نمایش می دهند که این نیز به ضخامت سنگ و اختلاف ضرایب شکست نور گوهر بستگی دارد.



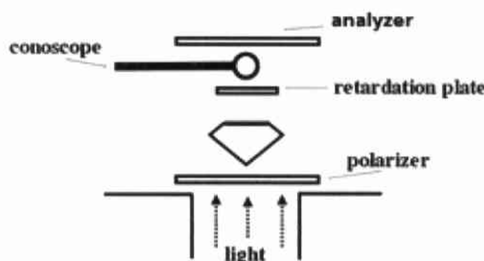
Newton color scale

وقتی که ضخامت یک گوهر افزایش می یابد رنگها به سمت راست حرکت می کنند.این علم در گوهر شناسی می تواند مفید باشد بطوریکه یک نفر با افزودن دیگر کانی ها روی گوهر می تواند ضخامت گوهر را بمنظور ایجاد حرکت در رنگها افزایش دهد.وقتیکه با کونوسکوپ دیده می شود این حرکت هم می تواند به راست و هم به چپ باشد.هنگامیکه پرتوی نور کند گوهر و پرتوی نور کند کانی اضافه شده باهم ترکیب می شوند این عمل یک پیشروی به سمت راست نسبت به نقطه شروع کننده طیف روی درجه رنگی نیوتن ایجاد خواهد کرد. هنگامیکه پرتوی نور کند گوهر و پرتوی نور سریع کانی اضافه شده باهم ترکیب می شوند این عمل یک پسروی به سمت چپ نسبت به نقطه شروع کننده طیف روی درجه رنگی نیوتن ایجاد خواهد کرد. برای مثال وقتی یک گوهر تاخیر ۵۵۰ نانو متری ایجاد میکند،شروع کننده طیف می تواند روی مرز مرحله اول و مرحله دوم که شامل رنگهای مگنتا-آبی-سبز مایل به آبی-زرد-قرمزاست قرار بگیرد.بنابراین اگر یک کانی با تاخیر ۱۳۷ نانومتر به گوهر اضافه شود و اگر پرتوی کند گوهر با پرتوی کند کانی اضافه شونده ترکیب شود شروع رنگ آبی خواهد بود در ۶۸۷ نانومتر.از طرف دیگر اگر در این مثال پرتوی نور کند گوهر و پرتوی نور سریع کانی اضافه شده باهم ترکیب شوند شروع رنگ نارنجی مایل به زرد در ۴۱۳ نانومتر خواهد بود.

صفحات تاخیر

بطور طبیعی ما نمی دانیم که پرتوی سریع یا پرتوی کند برای گوهر است و یا کانی اضافه شده؟ بنابراین، این دانش کاربرد کمی دارد زیرا دو متغیر نا مطمئن وجود دارد.برای از بین بردن این نامطمئنی صفحات تاخیر با تاخیر مشخص و با جهات لغزشی پرتوهای کند و سریع ساخته شد.
کانی شناسان معمولا سه نوع صفحه تاخیر استفاده می کنند:
۱-صفحات موجی یک چهارم (با یک تاخیر یا ۱۳۷ نانومتر)- ساخته شده از میکا
۲-صفحات موجی کامل (با یک تاخیر یا ۵۵۰ نانومتر)- ساخته شده از ژیپس
۳-صفحات گوه ای کوارتز(با یک تاخیر افزایش یابنده از ۵۵۰-۰ نانومتر)- ساخته شده از کوارتز

همه صفحات بیان شده بدلیل اینکه معمولا برای میکروسکوپهای پتروگرافی که نیاز به شکافهای خاص در میکروسکوپ دارند طراحی می شوند می توانند خیلی گران باشند.خوشبختانه تکنولوژیهای نوین امروزی پلاستیکهایی با دو ضریب شکست تولید کرده اند که خیلی ارزان هستند.



جایگاه قرار گیری سنگ، صفحه تاخیر و کونوسکوپ

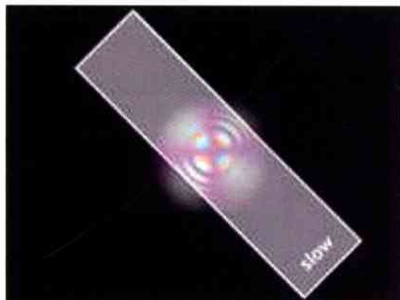
تعیین نشان نوری با استفاده از صفحات تاخیر

همه تصاویر زیر با کونوسکوپ تهیه شدند.
صفحات باید بطور مستقیم بین سنگ و کونوسکوپ قرار گیرند.
صفحه باید در زاویه ۴۵ درجه نسبت به فیلترهای پلاریزه کننده قرار گیرد. همانطور که در تصاویر زیر مشاهده می کنید.

صفحه موجی کامل روی سنگهای تک محور



همانطور که در تصویر مشاهده می کنید دایره به چهار قسمت تقسیم شده است.

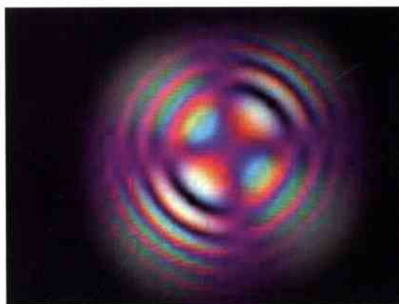


صفحه موجی کامل در زاویه ۴۵ درجه قرار گرفته است.در جهتی که " کند" نشان شده است، پرتوی کند صفحه موجی سیر می کند.پرتوی سریع در جهت طولی صفحه سیر می کند.

وقتی شخصی از نزدیک به تغییرات رنگ نگاه می کند متوجه تغییرات زیر می شود:

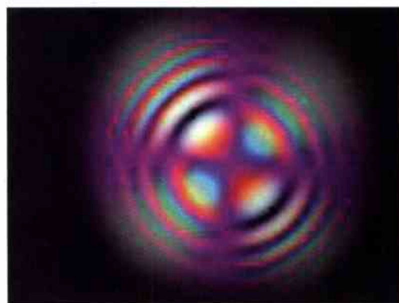
۱-بخشهای یک و سه به آبی تیره یا روشن تبدیل شده است.(در اینجا پیشروی به سمت راست نسبت به نقطه شروع کننده طیف روی درجه رنگی نیوتن اتفاق افتاده است.)

۲-بخشهای دو و چهار به نارنجی مایل به زرد تغییر کرده است.(در اینجا پسروی به سمت چپ نسبت به نقطه شروع کننده طیف روی درجه رنگی نیوتن اتفاق افتاده است.)
این تصویر یک گوهر تک محور را با نشان نوری منفی نشان می دهد.



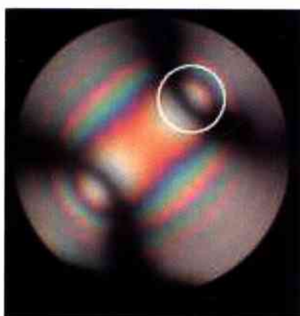
صفحه موجی جهت نمایش واضح تر برداشته شده است.(این کار در عمل ممکن نیست.)

بخشهای یک وسه به وضوح یک حرکت بسمت رنگ آبی دارند.همچنین به تقاطع سیاه توجه کنید که حالا رنگ مگنتا دارد.این بدلیل رنگ مگنتای صفحه موجی کامل زیر فیلترهای متقاطع است.

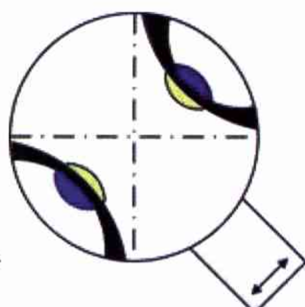


بر عکس بالا بخشهای یک و سه رنگ نارنجی متمایل به زرد و بخشهای دو وچهار رنگ آبی دارد.این نشاگر سنگ تک محور با نشان نوری مثبت است.

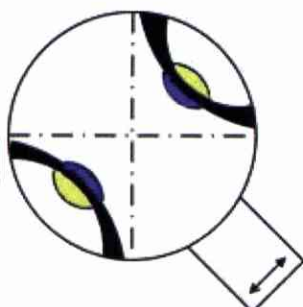
صفحه موجی کامل روی سنگهای دو محور



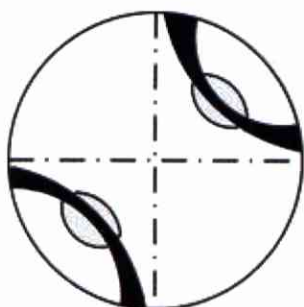
تاثیرات صفحه موجی کامل روی سنگهای دو محور را در تصاویر زیر مشاهده می کنید:



صفحه موجی کامل قرار داده شده رنگهای زرد در قسمت محدب Isogyre و رنگهای آبی در قسمت مقعر آن ایجاد می کند. این نشانگر نشان نوری مثبت است.

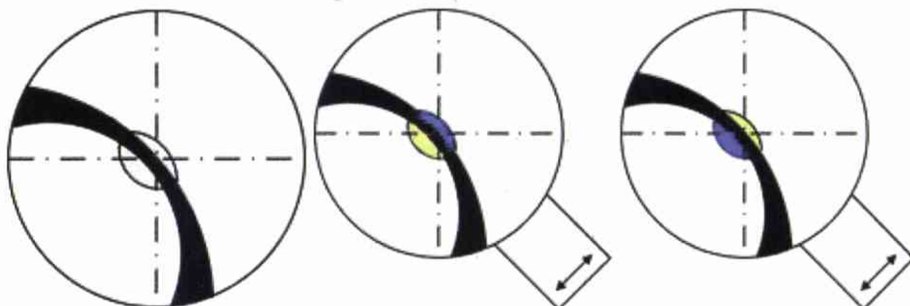


صفحه موجی کامل قرار داده شده رنگهای آبی در قسمت محدب Isogyre و رنگهای زرد در قسمت مقعر آن ایجاد می کند. این نشانگر نشان نوری منفی است.



در مرحله اول رنگها در قسمت محدب و مقعر Isogyre به رنگ طوسی هستند.

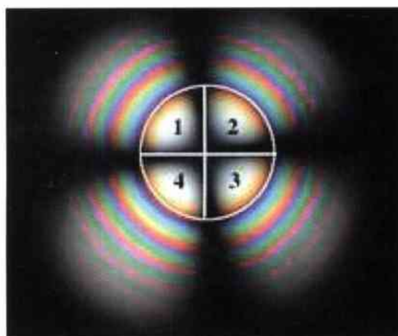
در بیشتر مواقع شما فقط یک Isogyre را می توانید مشاهده کنید در اینصورت آنرا می چرخانید تا حداکثر انحناء را داشته باشید.



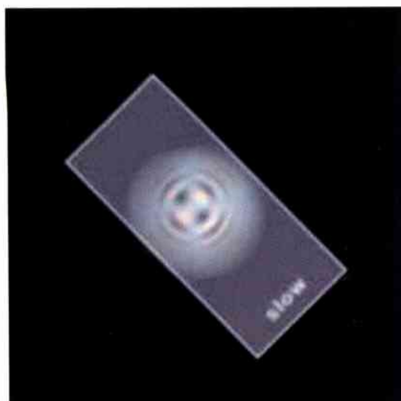
بدون صفحه کامل　　نشان نوری منفی　　نشان نوری مثبت

صفحات موجی یک چهارم

صفحات موجی یک چهارم شبیه همان صفحات موجی کامل کار می کنند اما تصاویر مختلف تولید می کنند.
این صفحات از ورقه های نازک میکا با یک تاخیر تقریبی ۱۳۷ نانومتری ساخته می شوند.مشابهات پلاستیکی در دسترس هستند و حتی سلفونی که گل فروشان برای پیچیدن گلها استفاده می کنند می تواند بعنوان یک صفحه یک چهارم عمل کند.پرتوی سریع سلفون در جهت رول است.

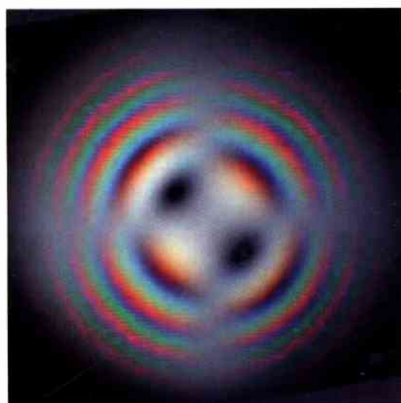


همانطور که در تصویر مشاهده می کنید دایره به چهار قسمت تقسیم شده است.



صفحه موجی یک چهارم در زاویه ۴۵ درجه نسبت به فیلترهای پلاریزه کننده قرار گرفته و دو نقطه سیاه در بخشهای یک و سه دیده می شود، این نشانگر یک گوهر تک محور با نشان نوری مثبت است.

برای سنگهای تک محور با نشان نوری منفی نقط سیاه در بخشهای دو و چهار خواهد بود،مانند قبل پرتوی سریع در جهت طولی صفحه سیر میکند.

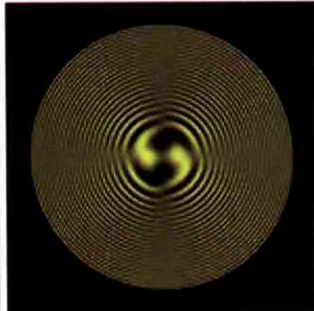


صفحه موجی جهت نمایش واضح تر برداشته شده است.(این کار در عمل ممکن نیست.)

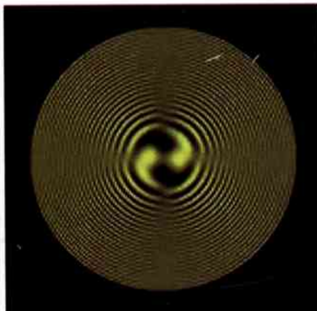
Airy Spirals

کوارتز یک نمونه خاص در کونوسکوپی است بطوریکه آن یک کانی انانتیومورفیک است بدین معنی که ساختار کریستالی در امتداد محور نوری چه به چپ و چه به راست مارپیچ می شود که منجر به پدیده بولز آی تحت کونوسکوپ می شود.با افزودن یک صفحه موجی یک چهارم این پدیده بولزآی به دو مارپیچ تغییر شکل می دهد که به چپ یا به راست مارپیچ می شود.این مارپیچ ها بدلیل اینکه در ابتدا توسط Sir George Biddell Airy در سال ۱۸۳۱ مطرح شد بعنوان ایری اسپیرالز نامیده شد.

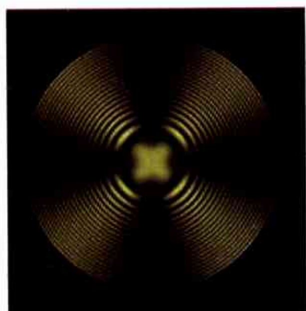
برخی از ورایتی های کوارتز(بخصوص آمیتیست) بدلیل دوقلوشدگی نوع برزیل راست دست و چپ دست شده اند در نتیجه پدیده بولزآی را نشان نخواهند داد اما یک ترکیب از مارپیچ های ایری چپ و راست را (در کل ۴ مارپیچ) زیر کونوسکوپ نشان خواهند داد.این ممکن است خیلی شبیه به پدیده بولزآی در سنگهای تراش خورده باشد بخصوص زمانیکه محور نوری از طریق پخهای کوچک برش می خورد.



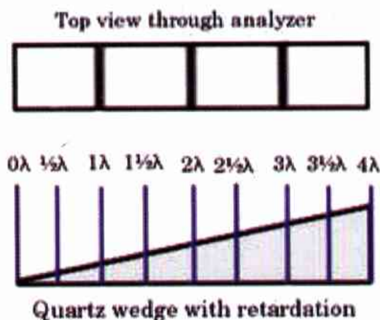
با صفحه موجی یک چهارم قرار داده شده مارپیچ های ایری به راست مارپیچ می شود.این نشانگر کوارتز راست دست است.



با صفحه موجی یک چهارم قرار داده شده مارپیچ های ایری به چپ مارپیچ می شود.این نشانگر کوارتز چپ دست است.

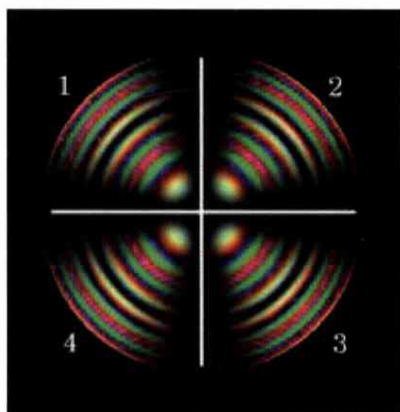


پدیده بولزآی در نور مونوکروماتیک



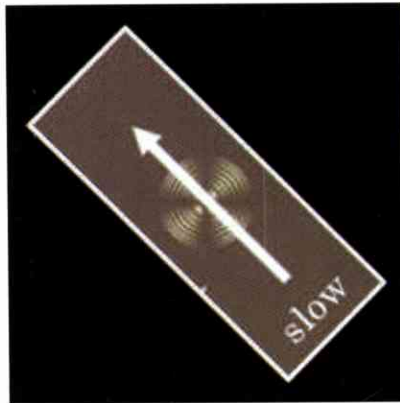
گوه های کوارتز در نمای بالا از میان پلاریزه کننده های متقاطع نشان داده شده است.نمای پایینی طول موجهای تاخیر را نشان می دهد.
با گوه های کوارتز جابجایی ایزوکرومها در تعیین نشان نوری اهمیت پیدا می کند.گوه های کوارتز از کانی کوارتز ساخته شدند و با افزایش ضخامتشان تاخیر بین ۰-۵۵۰ نانومتر می تواند تغییر کند.این بدان معنی است که این صفحات می توانند بعنوان صفحات موجی کامل و یک چهارم نیز بکار روند.
گوه های کوارتز گران هستند و کمتر در گوهرشناسی مورد بهره قرارگرفته اند.خوشبختانه امروزه فرد می تواند ورقه های پلاستیکی ارزان را در حدود چهل دلارخریداری کند.اولین فردی (یا حداقل اولین گزارش) که این گوه های شبیه سازی شده پلاستیکی از نوع پلی استایرن را بکار برد از انگلستان بنام Pat Daly, FGA بود. حالا این ورقه پلاستیکی بنام زیر معروف شده است:
"Hanneman-Daly wavelength modifier & simulated quartz wedge".

سنگهای تک محور و گوه کوارتز

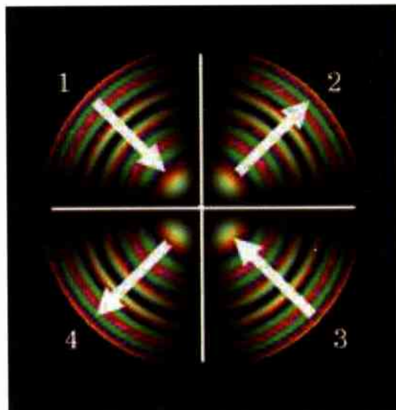


همانطور که در تصویر مشاهده می کنید دایره به چهار قسمت تقسیم شده است.

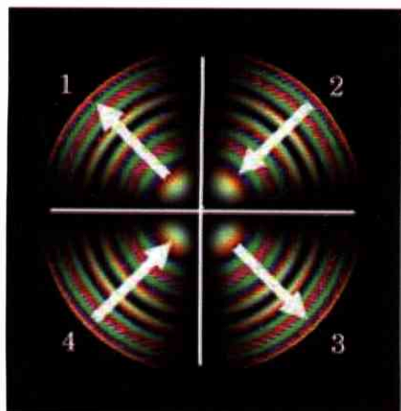
زمانیکه شما جهت گیری فیلترهای پلارایسکوپ را نمی دانید تمام آنچه شما نیاز دارید نگاه کردن به علامت بعلاوه در تصویر تداخلی تک محور است.



گوه کوارتز در زاویه ۴۵ درجه نسبت به فیلترهای پلاریزه کننده قرار گرفته است.فرد باید آنرا به آهستگی در امتداد پیکان روی الگو (از بخش ۳ به بخش ۱)حرکت دهد.پیکان فقط برای نشان دان جهت حرکت است و روی خود گوه نیست. خیلی مهم است که گوه در جهت و زاویه دقیق قرار گیرد در غیر اینصورت دو تصویر بعدی را بدست نخواهید آورد.اگر شما گوه را از گوشه چپ پایینی جاگذاری کنید نتایج معکوس خواهد شد.فرد حالا باید به رفتار حلقه های رنگی (ایزوکرومها) خوب توجه کند.در دو بخش مقابل آنها به سمت بیرون و در دو بخش مقابل دیگر به سمت درون حرکت خواهند کرد.این حرکت است که نشان نوری را تعیین می کند.

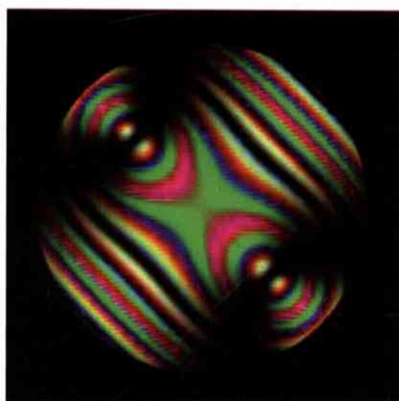


در این تصویر (گوه برای نمایش بهتر نشان داده نشده است) پیکانها و نیز ایزوکرومها در بخش ۲ و ۴ به سمت بیرون و در بخش ۱و۳ به سمت داخل حرکت می کنند که این نشانگر نشان نوری منفی است.اگر گوه را از بخش ۱ به بخش ۳ حرکت دهید معکوس آن مشاهده می شود.

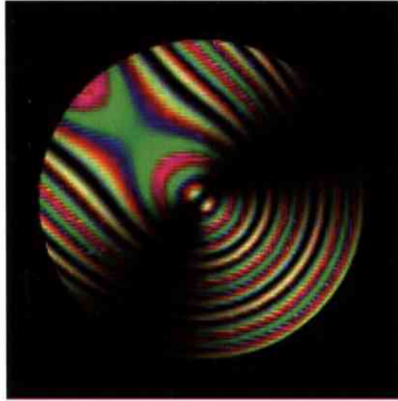


در این تصویر ایزوکرومها در بخش ۱ و ۳ به سمت بیرون و در بخش ۲ و۴ به سمت داخل حرکت خواهند کرد.این نشانگر نشان نوری مثبت است.

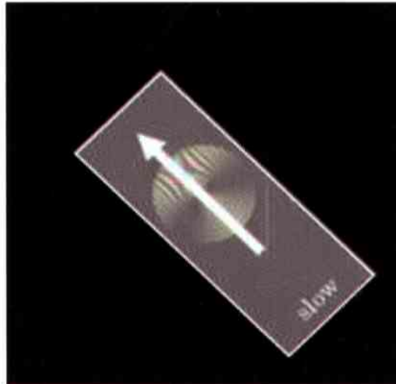
سنگهای دو محور و گوه کوارتز



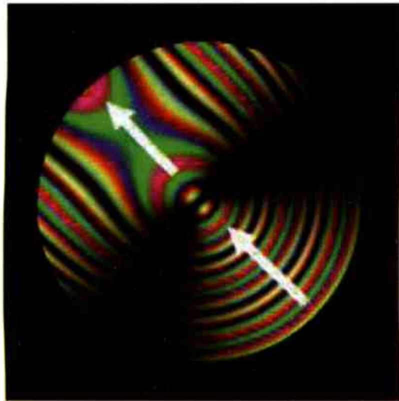
برای سنگهای دو محور این تکنیک مشکل تر می شود بطوریکه فرد نیاز خواهد داشت حداکثر انحناء ایزوگیرها را پیدا کند و یا بداند که دو ملاتوپ کجا هستند.بهترین روش چرخاندن سنگ است تا بیشترین انحناء را نشان دهد.این کار انجام شده و ایزوگیرها در زاویه ۴۵ درجه نسبت به فیلترهای پلاریزه کننده هستند.تصویر بالا یک تصویر ایده آل است (دو ایزوگیر دیده می شود) که بندرت دیده می شود.



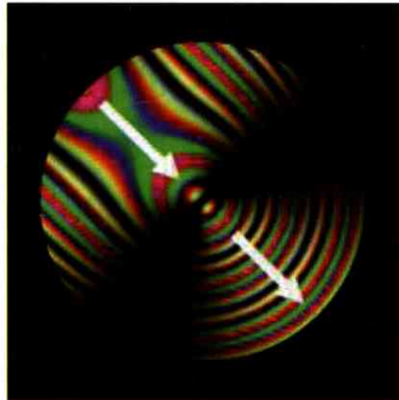
در بیشتر مواقع شما یک ایزوگیر می بینید که برای کار کردن با گوه کوارتز کافی است.در اینجا انحناء به آسانی دیده می شود و از آن ما متوجه می شویم که ملاتوپ دیگر کجا قرار گرفته است.



حالا گوه کوارتز را از مقعرترین طرف ایزوگیر به سمت محدب ترین طرف روی سنگ قرار می دهیم و رفتار ایزوکرومها را بررسی می کنیم. آن را روی الگوی تداخل به عقب و جلو حرکت دهید اما فقط به تغییر در جهت جلو توجه کنید.این جهت توسط پیکان نشان داده شده است.



اگر ایزوکرومها به سمت ملاتوپ دیگر(موردی که خارج از تصویراست) حرکت کنند نشانگر نشان نوری مثبت است.(فقط حرکت رو به جلو ملاک است)



زمانیکه ایزوکرومها از سمت ملاتوپ دیگر دور می شوند سنگ دارای نشان نوری منفی می شود.

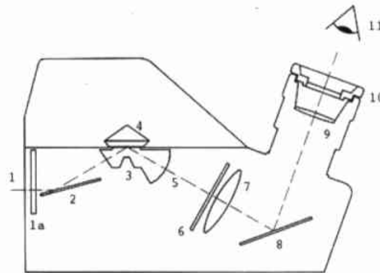
روش دیگر نتیجه گیری می تواند بصورت زیر بیان گردد:

۱- اگر ایزوکرومها در جهت حرکت گوه کوارتز جابجا شوند این امر نشانگر نشان نوری مثبت است.

۲- اگر ایزوکرومها در جهت عکس حرکت گوه جابجا شوند این امر نشانگر نشان نوری منفی است.

رفرکتومتر(Refractometer)

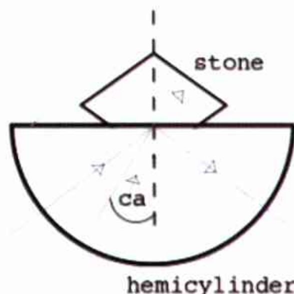
Refractometer یکی از مهمترین ابزارهای گوهرشناسی است و R.I. گوهر را نشان می دهد که راهنمای اصلی در تعیین هویت است.
این وسیله براساس پدیده بازتابش درونی کلی *Total Internal Reflection* or T.I.R. کار می کند.



برش عرضی از یک رفرکتومتر گوهرشناسی(تصویر به یک رفرکتومتر مدل Eickhorst SR 0.005 تعلق دارد)

نور (1) از عقب دستگاه از میان یک دریچه (1a) در یا قبل از جایی که فیلتر سدیمی زرد می تواند قرار گرفته باشد وارد می شود.آن به آینه (2) برخورد می کند سپس نور به مرکز hemicylinder (3) بازتابیده می شود.در مرز بین hemicylinder و گوهر(4) نور تا یک اندازه به داخل گوهر شکسته می شود و تا یک اندازه در hemicylinder منعکس خواهد شد(T.I.R.).پرتوهای انعکاسی (5) از بین یک reading scale (6) و یک لنز (7) یا یک سری لنز بسته به نوع refractometer عبور می کنند.پرتوهای نور به یک آینه (8) برخورد می کنند که نور را به چشمی (9) و سپس چشمهای شما(11) هدایت می کند.روی چشمی یک فیلتر پلاریزه کننده قابل تفکیک وجود دارد. (10)

Total Internal Reflection



داخل رفرکتومتر:انعکاس درونی کل

Hemicylinder

Hemicylinder ازیک شیشه با ضریب شکست بالا (معمولا N-LaSF by Schott با ضریب شکست تقریبا ۱/۸۸ و سختی حدود ۶/۵) ساخته می شود.
از آنجائیکه Hemicylinder سختی پایینی نسبت به اکثر گوهرها دارد بنابراین گوهرها می توانند روی آن خراش بیندازند و آنرا خراب کنند و در نتیجه reading های غلط ارائه دهد.

Lighting

نور استاندارد نور زرد مونوکروماتیک (monochromatic) با طول موج ۵۸۹/۳nm. است.
در آزمایشگاهها این نور معمولا از نور پلارایسکوپ تامین می شود بدین شکل که پلارایسکوپ بصورت روشن در پشت refractometer قرار می گیرد.
طول موجهای مختلف می توانند reading های مختلف را تولید کنند.
نور سفید برای سنگهای .S.R ممکن است استفاده شود.شخص باید در جستجوی مرز بین رنگ سبز و زرد نور سفیدallochromatic باشد.

Contact liquids

Contact liquid ها برای ایجاد یک ارتباط نوری بینhemicylinder و گوهر استفاده می شود و از گرفتار شدن هوا بین گوهر و hemicylinder جلوگیری می کنند.
یک قطره خیلی کوچک از آن که بتواند یک لایه نازک ایجاد کند کافی است.
ضریب شکست مایع معمولا ۱/۷۹ است ولی بعضی از آنها ضریب شکست ۱/۸۱ دارند.
شما نمی توانید گوهرهایی را که دارای ضریب شکست بیش از ضریب شکست مایع هستند را اندازه بگیرید.
گوهرهای با ضریب شکست بالاتر از مایع یک negative reading به بیننده ارائه می دهند.
مایعات با ضریب شکست بالا وجود دارند ولی آنها بشدت سمی اند و نیاز به آزمایشگاههای مجهز دارند.
همیشه این مایعات باید در برابر نور حفظ شوند(بخصوص نوع ۱/۸۱) و از کریستالیزاسیون آنها جلوگیری شود.

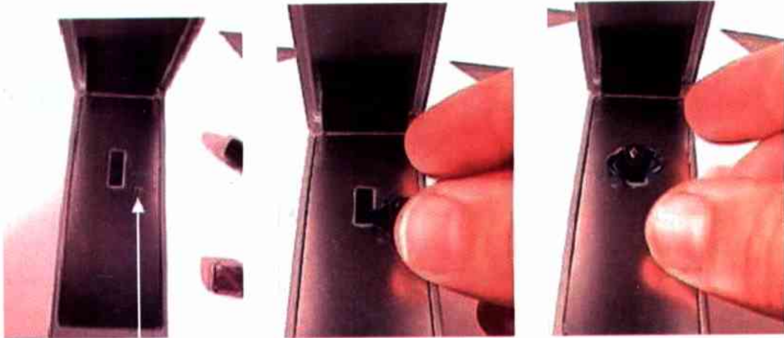
ترکیب شیمیایی مایعات به قرار زیر است:

- 1.79 - Saturated solution of sulphur and di-idiomethane
- 1.81 - Saturated solution of sulphur, di-idiomethane and tetraidioethylene

همیشه دستهایتان را بعد از تماس با این مایعات بشوئید.

نحوه استفاده از Refractometer

ابتدا یک قطره خیلی کوچک از مایع را روی جعبه refractometer نزدیک hemicylinder بریزید سپس سنگ را روی آن قرار دهید حال سنگ را با نوک انگشتتان به مرکز hemicylinder منتقل کنید.منبع نوری روشن را پشت دستگاه قرار دهید و از چشمی(viewing lens) نگاه کنید و به دنبال خط جداکننده یا shadow edge یا green shade بین ناحیه روشن(در پایین) وناحیه تاریک (در بالا) مقیاس (scale) باشید.عددی را که حد پایین خط نشان می دهد را بخوانید.





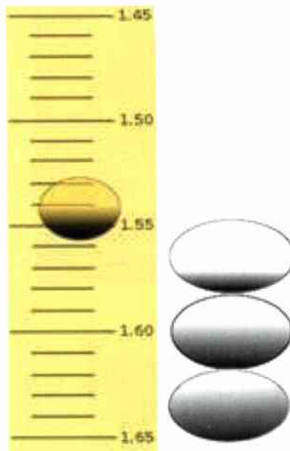
1.544

فاصله بین هر دو خط مقیاس دارای ارزش یک صدم است یعنی می تواند دارای ده قسمت یک هزارمی باشد.شما نیاز خواهید داشت که ارزش یک هزارم مقیاس را تخمین بزنید.
در تصویر صفحه قبل شما یک shadow edge راکه بین ۱/۵۵ و ۱/۵۴ است را می بینید و این shadow edge از میانه دو خط مقیاس کمی بالاتر است بنابراین شما می توانید عدد ۱/۵۴۴ را تخمین بزنید.

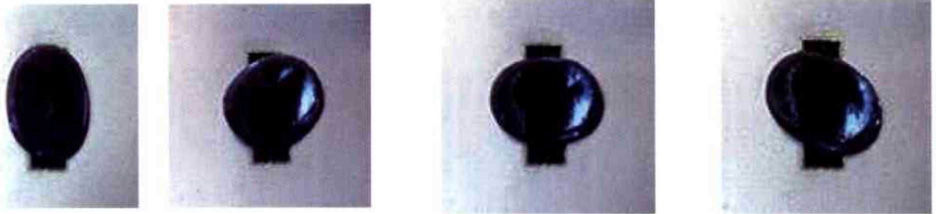
Spot readings (distant vision method)

سنگ را از قسمت فوقانی که دارای بهترین پولیش است رویHemicylinder قرار دهید و فقط با استفاده از چشمی و بدون استفاده از فیلتر متحرک به مقیاس یا scale نگاه کنید در جایی که نصف سنگ روشن و نصف دیگر آن تیره می شود یک green shade خواهید دید که باید عدد حد پایین آنرا تخمین بزنید.

به افراد مبتدی توصیه می شود که با یک سنگ faceted این روش را بررسی کنند.



سنگهای چند وجهی یا پخ دار(Faceted stones)



چهارمین مرحله با ۱۳۵ درجه چرخش سومین مرحله با ۹۰ درجه چرخش دومین مرحله با ۴۵ درجه چرخش اولین مرحله شروع

سنگ را ازناحیه table درموقعیت ابتدایی قرار دهید سپس درپوش دستگاه را بگذارید و مطمئن شوید که منبع نوری روشن است. بدون فیلتر و فقط با چشمی نگاه کنید و سر را به اندازه خیلی کم به بالا و پایین حرکت دهید(در حدی که یک تصدیق یا یک نفی توسط حرکت سر بیان می شود. "yes-movement") و عدد حد پایین خط را بخوانید حال فیلتر را روی چشمی قرار داده و آنرا ۹۰ درجه بسمت راست و چپ بچرخانید.دو حالت زیر پیش می آید:

۱-فقط یک shadow edge می بینید:

یعنی یا سنگ ایزوتروپیک است که در طول ۱۳۵ درجه چرخش یک عدد ثابت بعنوان ضریب شکست ارائه می دهد.

یا نور با یک زاویه موازی با محور نوری به سنگ می رسد و شما باید آنرا ۹۰ درجه بچرخانید.

۲-شما یک shadow edge که بین دومقدار در نوسان است می بینید:

یعنی سنگ یا uniaxial است یا biaxial.

در هر جهت دو عدد برای ضریب شکست بدست می آوریم یکی با چشمی و یکی با فیلترمتحرک.

در جدول زیر ضریب شکست یک سنگ single refractive (isotropic) را می بینید:

First reading		Second reading		Third reading		Fourth reading	
1.527	1.527	1.527	1.527	1.527	1.527	1.527	1.527

در جدول زیرضرایب شکست یک سنگ uniaxial را می بینید:

First reading		Second reading		Third reading		Fourth reading	
1.544 ω	1.553 ε	1.544 ω	1.552 ε	1.544 ω	1.549 ε	1.544 ω	1.552 ε

در جدول زیرضرایب شکست یک سنگ biaxial را می بینید:

First reading		Second reading		Third reading		Fourth reading	
1.613	1.619	1.611 α	1.616	1.614	1.619	1.611 α	1.620 γ

Uniaxial crystals

- n_{ω} = omega, the constant RI of a uniaxial crystal(ordinary ray (ω))
- n_{ε} = epsilon, the variable RI of a uniaxial crystal(extra-ordinary ray (ε))

Biaxial crystals

- n_{α} = alpha, the lowest RI of a biaxial crystal
- n_{β} = beta, the intermediate RI of a biaxial crystal
- n_{γ} = gamma, the highest RI of a biaxial crystal

Optical sign

نشان نوری(Optical sign) با علامتهای مثبت (+) و منفی(-) بیان می شود.

در سنگهای Uniaxial

در مورد سنگ کوارتزبیان شده ω = 1.544 و ε = 1.553 است که اختلاف ε –ω =1.553-1.544=+0.009 است در نتیجه سنگ نشان نوری مثبت خواهد داشت.

در سنگ scapolite ε = 1.549 and ω = 1.560 است که اختلاف
1.549 - 1.560 = -0.011 خواهد شد بنابراین، این سنگ نشان نوری منفی خواهد داشت.

در سنگهای Biaxial

همانطور که در جدول زیر می بینید reading های بالاتر اختلاف (0.004) دارند و reading های پایین تر اختلاف (0.003) دارند بنابراین سنگ موردنظر که یک توپاز است نشان نوری مثبت خواهد داشت.
ارزش β در این سنگ هم می تواند 1.614 باشد و هم می تواند 1.616باشد. شخص با استفاده از پلاریزه کننده خواهد فهمید که ارزش درست β مساوی با 1.614 است.

	1st	2nd	3rd	4th	difference
lower readings α	1.613	1.611	1.614	1.611	0.003
higher readings γ	1.619	1.616	1.619	1.620	0.004

اگر reading های پایین تر اختلاف بیشتری نسبت به اختلاف reading های بالاتر داشتند آنگاه نشان نوری سنگ منفی می شد.
اگرβ دارای دو ارزش باشد β غلط یک زاویه پلاروید برابر با ۹۰ درجه و β صحیح یک زاویه پلاروید نامساوی با ۹۰ درجه خواهد داشت.
زاویه پلاروید صفر درجه زمانی است که جهت عبوری صفحه پلاروید موازی با مقیاس رفرکتومتر است.
زاویه پلاروید نود درجه زمانی است که جهت عبوری صفحه پلاروید عمود برمقیاس رفرکتومتر است.

Structure	Structure type Crystal axes Angles	Symmetry (of highest crystal class)	Optic character	Refractive index (RI)	Optic sign	Pleochroism	Gem examples
Amorphous	No order No axes	No symmetry	Isotropic Singly refractive	1 RI n	None	None	Glass Amber
Cubic	Isometric: 1 axis length $a_1 = a_2 = a_3$ All at 90°	13 planes 9 axes Center	Isotropic Singly refractive	1 RI n	None	None	Diamond Spinel Garnet
Tetragonal	Dimetric: 2 axis lengths $a_1 = a_2 \neq c$ All at 90°	5 planes 5 axes Center	Anisotropic Doubly refractive Uniaxial	2 RIs n_ω and n_ε	$+ = n_\varepsilon > n_\omega$ $- = n_\varepsilon < n_\omega$	May be dichroic	Zircon Scapolite Syn.rutile

Hexagonal	Dimetric: 2 axis lengths $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ a axes at 60°;c axis at 90° to their plane	7 planes 7 axes Center	Anisotropic Doubly refractive Uniaxial	2 RIs n_ω and n_ε	$+ = n_\varepsilon > n_\omega$ $- = n_\varepsilon < n_\omega$	May be dichroic	Beryl Apatite Benitoite
Trigonal	Dimetric: 2 axis lengths $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ a axes at 60°; c axis at 90° to their plane	3 planes 4 axes Center	Anisotropic Doubly refractive Uniaxial	2 RIs n_ω and n_ε	$+ = n_\varepsilon > n_\omega$ $- = n_\varepsilon < n_\omega$	May be dichroic	Corundum Quartz Tourmaline
Orthorhombic	Trimetric: 3 axis lengths $a \neq b \neq c$ All at 90°	3 planes 3 axes Center	Anisotropic Doubly refractive Biaxial	3 RIs n_α, n_β, n_γ	$+ = n_\beta$ closer to n_α $- = n_\beta$ closer to n_γ $\pm = n_\beta$ midway between n_α & n_γ	May be trichroic	Topaz Zoisite Olivine (peridot)
Monoclinic	Trimetric: 3 axis lengths $a \neq b \neq c$ 2 axes at 90°; 1 axis oblique	1 axis 1 plane Center	Anisotropic Doubly refractive Biaxial	3 RIs n_α, n_β, n_γ	$+ = n_\beta$ closer to n_α $- = n_\beta$ closer to n_γ $\pm = n_\beta$ midway between n_α & n_γ	May be trichroic	Orthoclase Spodumene Jade
Triclinic	Trimetric: 3 axis lengths $a \neq b \neq c$ all axes oblique	No planes No axes Center	Anisotropic Doubly refractive Biaxial	3 RIs n_a, n_β, n_γ	$+ = n_\beta$ closer to n_α $- = n_\beta$ closer to n_γ $\pm = n_\beta$ midway between n_α & n_γ	May be trichroic	Axinite Labradorite Turquoise

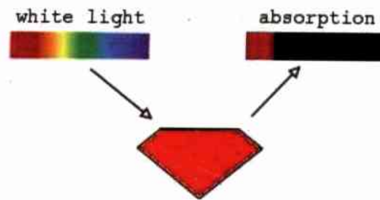
طیف نما(Spectroscope)



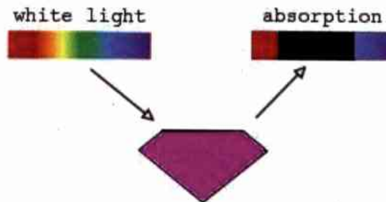
طیف نما یا اسپکتروسکوپ وسیله ای برای بررسی بخشهای جذب شده نور سفید توسط گوهر است.مواد می توانند بخشهایی از طیف الکترومغناطیسی را جذب کنند و وقتی بخشهای جذب شده داخل محدوده قابل مشاهده قرار می گیرند آن بخش جذب شده بر رنگ ماده تاثیر خواهد گذاشت.
وقتی یک گوهر با طیف نما مشاهده می شود بخشهای جذب شده خط ها یا باندهای سیاه را در تصویر طیف نما نشان می دهند.

جذب

رنگی که توسط چشم انسان دیده می شود شامل هفت رنگ رنگین کمانی:قرمز- نارنجی- زرد - سبز- آبی-نیلی وبنفش است.همه این رنگها در سرعتهای مختلف سیر می کنند و طول موج خاص خودشان را دارند.وقتیکه همه رنگهای بالا ترکیب می شود ما آنرا بعنوان نور سفید مشاهده می کنیم.
وقتی نور سفید به ماده ای می رسد بخشهایی از ترکیب نور ممکن است توسط ماده جذب شود.بخشهای جذب نشده (باقیمانده) رنگ آن ماده را شکل می دهد.برای مثال اگر یک گوهر همه رنگهای رنگین کمانی بجز قرمز را جذب کند فقط نور قرمز قابل مشاهده خواهد شد و گوهر قرمز خواهد شد.
وقتی که گوهر با طیف نما مشاهده می شود بخشهای جذب شده نور توسط آن گوهر در تصویر طیفی پیدا نخواهد بود و فقط قرمز در طیف نمای منشوری دیده خواهد شد.
حال اگر همه رنگها بجز قرمز و آبی جذب شده باشند این رنگها به گوهر رنگ ارغوانی خواهند داد.



جذب همه طول موجها بجز قرمز



جذب همه طول موجها بجز قرمز و آبی

انرژی حاصل از جذب رنگها(بعبارت بهتر"طول موجها")داخل گوهر به انواع دیگر انرژی و بیشتر گرمایی تبدیل خواهد شد.(هر رنگی به عنوان یک شکل از انرژی در یک طول موج خاص سیر می کند.)

مدرج کردن محدوده رنگی اسپکتروسکوپ

ابتدا باید ببینید که بعد از قسمت تیره قبل از همه چه رنگی می بینید؟مثلا با مشاهده رنگ آبی باید به روش زیر عمل کنید:
همانطور که می دانید رنگ آبی حداکثر تا طول موج ۴۹۰nm قابل مشاهده است بنابراین شما باید محدوده بین رنگ آبی و بخش تیره را برعدد دو تقسیم کنید که اگر محدوده nm ۴۹۰ -۴۰۰ را بر دو تقسیم کنید دو قسمت با ارقام ۴۹۰-۴۴۵ و ۴۴۵-۴۰۰ بدست می آید حال باید ببیند که آیا بخش تیره از nm ۴۴۵ فراتر رفته است یا خیر؟ اگر فراتر رفته بود محدوده بین ۴۹۰-۴۴۵ را مجددا برعدد دو تقسیم می کنید و وضیعت بخش تیره و رنگ آبی را بررسی می کنید تا محدوده رنگ را تخمین بزنید.

Color bands for the spectrascope:

Violet: 400-440 nm
Blue: 440-490 nm
Green: 490- 570 nm
Yellow: 570-600 nm
Orange: 600-630 nm
Red: 630-780 nm

نکته ای که قابل بیان است اینست که هر رنگی ممکن است بدلایلی ازحداقل میزان خود قابل مشاهده نباشد اما حداکثر تا میزان مشخصی قابل مشاهده است.

انواع طیف نما

دونوع طیف نما در گوهر شناسی استفاده می گردد:

۱- طیف نمای Diffraction grating برپایه شکست(Diffraction)
۲- طیف نمای Prism (منشوری) برپایه آتش سنگ(Dispersion)

Prism Spectroscope View

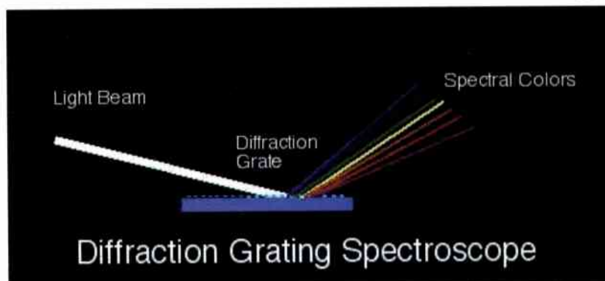


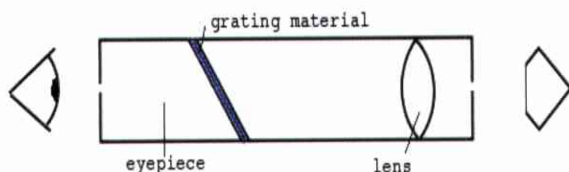
Diffraction Grating Spectroscope View



1. Diffraction grating spectroscope

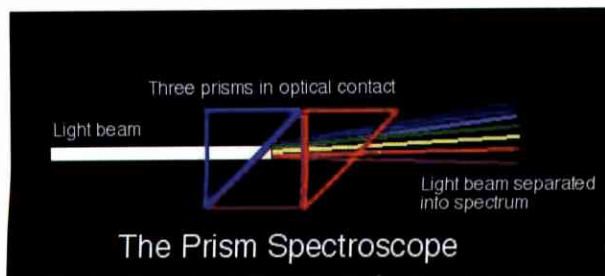
نور از یک شکاف باریک وارد دستگاه میشود و سپس توسط یک لایه نازک از diffraction grating material شکسته می شود. این مدل یک تصویر طیفی خطی با بخش قرمز معمولا بزرگتر از طیف نمای منشوری تولید می کند.

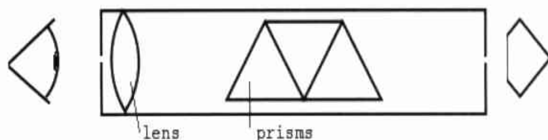




2. Prism spectroscope

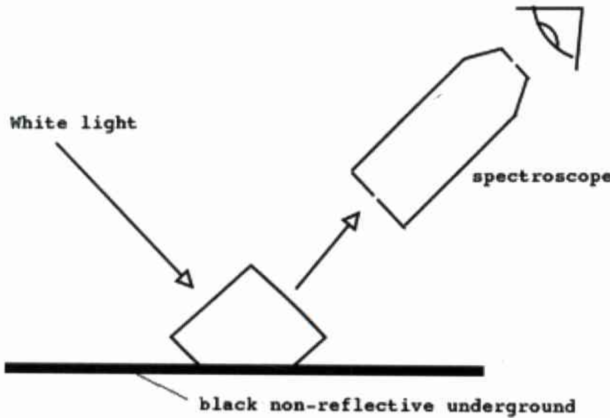
این طیف نما بر پایه dispersion است.نور از یک شکاف باریک وارد می شود (بعضی از مدلها این اجازه را به شما می دهد که عرض شکاف را تنظیم کنید.) و سپس توسط یک سری منشور پراکنده می شود.





نحوه استفاده از طیف نما

طیف نما را برخلاف جهت مسیر نور منبع نوری نگه دارید. این طیف نما اکثر مواقع باندهای جذبی واضح نشان خواهد داد.



طیف نما را با نور انعکاسی استفاده کنید و گوهر را روی یک زمینه سیاه غیر انعکاسی قراردهید.
نور از پاویلیون گوهر با زاویه ۴۵ درجه وارد می شود و طیف نما باید در همان زاویه در سمت مقابل قرار گیرد.نور طولانی ترین مسیر ممکن را در این راه سیر خواهد کرد.
برای افراد مبتدی توصیه می شود از یک گوهر که طیف واضحی نشان می دهد استفاده گردد مانند یاقوت مصنوعی.

طیف جذبی زیرکن

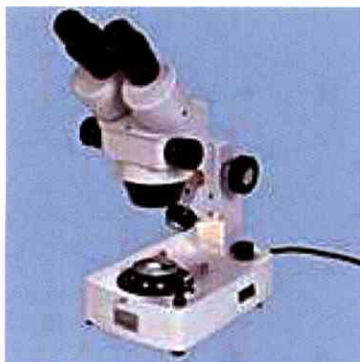


طیف جذبی almandite garnet



ذکر این نکته ضروریست که در سیستم امریکایی رنگ آبی در سمت راست تصویر طیفی قرار می گیرد ولی در سایر نقاط جهان رنگ قرمز در سمت راست تصویر طیفی قرار می گیرد که این عمل با چرخش طیف نما میسر می شود.

میکروسکوپ(Microscope)



میکروسکوپ مورد استفاده در گوهر شناسی دوچشمی می باشد که امکان زوم کردن با بزرگ نمایی ۹۰-۱۰ بار را دارد.بیشتر این میکروسکوپها امکان بزرگ نمایی تا ۴۵x را دارند که بوسیله لنز ۲x می توان میزان بزرگ نمایی آنرا به دو برابر افزایش داد.
یک میکروسکوپ گوهر شناسی خوب باید به نورهای overhead – darkfield- lightfield و نیز نگهدارنده سنگ مجهز باشد.

تنظیم میکروسکوپ

برای تنظیم مناسب چشمی ها کارهای زیر را انجام دهید:
۱-یک کارت ویزیت را روی صفحه منعکس کننده میکروسکوپ قرار دهید و در کمترین بزرگ نمایی روی یک نقطه تمرکز کنید.
۲-در بیشترین بزرگ نمایی زوم کنید و فقط با استفاده از چشم راست یکبار دیگر روی آن نقطه زوم کنید باید آن نقطه را واضح ببینید اگر واضح نبود با استفاده از پیچ های تنظیم فاصله که در طرفین میکروسکوپ قرار دارد آنقدر فاصله را تغییر دهید تا آن نقطه را واضح ببینید .
۳-حال دیگر به تنظیم یا فوکوس دست نزنید اکنون تا بیشترین بزرگ نمایی تنظیم کرده و فقط با استفاده از چشم چپ و با پیچاندن چشمی چپ آنرا تنظیم کنید.

هنگام استفاده از لنز ۲x باید با استفاده از پیچ پشت میکروسکوپ فاصله چشمی با صفحه منعکس کننده به حداقل برسد تا تصویر واضح داشته باشید.

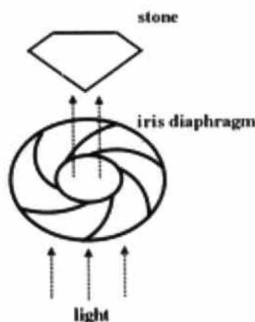
صفحه منعکس کننده بوسیله دو چنگک نگه داشته می شود که اگر آن دو را به طرفین بکشیم و کمی صفحه را بچرخانیم صفحه آزاد شده و می توانیم آنرا تعویض کنیم.

در میکروسکوپها نوع نور با یک پیچ که در انتهای سمت راست آنها قراردارد تنظیم میشود بدین صورت که:
نور۱- overhead است.
نور۲- ترکیب overhead –darkfield است.
نور۳ - darkfield است.

قواعد استفاده درست از میکروسکوپ

۱-قبل از نگاه کردن به سنگ آنرا تمیز کنید.
۲-چشمی ها را تمیز و تنظیم کنید.
۳-سنگ را از همه جهات ممکن بررسی کنید.
۴-به هنگام آزمایش شرایط نوردهی را تغییر دهید.
۵-از نور fiber optic استفاده کنید.

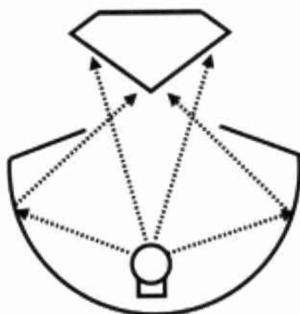
انواع نور پردازی



Pinpoint-source illumination

Pinpoint-source illumination

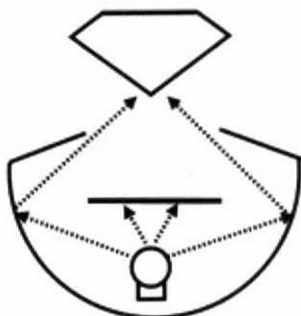
یک میکروسکوپ خوب گوهر شناسی باید دریچه عنبیه قابل تنظیم داشته باشد تا شما را قادر بسازد که میزان نورخروجی را کاهش دهید.
این عمل باعث می شود شما اسانتر بتوانید curved striae و سایر ساختارها را در گوهر ببینید.
باز کردن دریچه به میزان کمتر از قطر گوهر عملکرد "shadowing technique" را خواهد داشت.



Light field illumination

Light field illumination

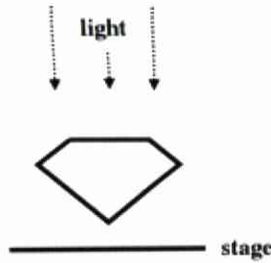
با نوری که بطور مستقیم از پایین وارد گوهر می شود ناپاکیهای low relief وcurved striae برخلاف زمینه روشن بصورت تاریک دیده خواهند شد. این روش اغلب با نورپردازی pinpoint بکار می رود.



Darkfield illumination

Darkfield illumination

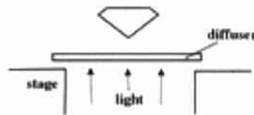
بیشترین نوع نورپردازی که در گوهر شناسی بکار می رود نورپردازی Darkfield است.
یک صفحه تاریک روی منبع نوری آفتابی قرار می گیرد که باعث می شود نور قبل از رسیدن به سنگ منعکس شود.
با این روش ناپاکی ها برخلاف زمینه سیاهی که دارند روشن دیده می شوند.



Overhead illumination

Overhead illumination

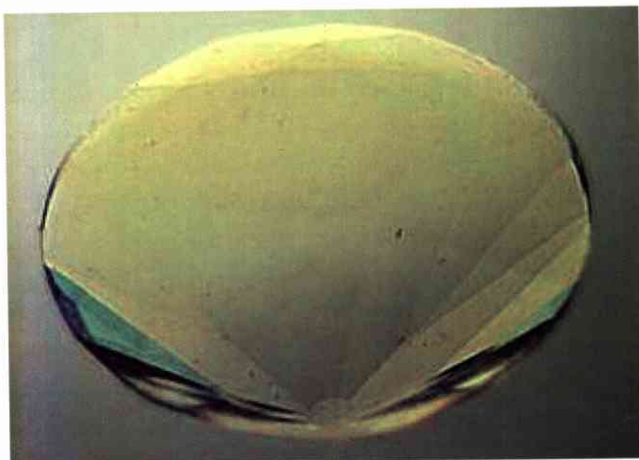
این روش نور پردازی با استفاده از نور فلورسنت باعث دیده شدن خصوصیات بیرونی گوهر از قبیل polishing marks, pitting و سایر ناپاکی های سطحی گوهر می شود.



Diffused illumination

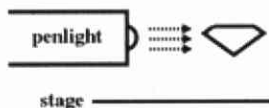
Diffused illumination

وقتی که یک برگ دستمال کاغذی یا هر شی پراکنده کننده (diffusing object) دیگری روی منبع نوری آفتابی قرار میگیرد نور پراکنده و ملایم می شود .
این عمل باعث می شود شما color zoning and color banding را آسان تر بتوانید مشاهده کنید.
از آنجایی که احتمال سوختن دستمال کاغذی وجود دارد، بهتر است از یک صفحه پلاستیکی یا شیشه ای استفاده گردد.
زمانیکه گوهرهای زرد تا نارنجی دارید یک صفحه آبی برای ایجاد تضاد بکار می رود.





The power of the blue filter technique can be clearly seen in the above photos. With normal lighting (white filter), little is visible. But with a frosted blue filter, the curved color banding in this Verneuil synthetic yellow sapphire is clearly visible.



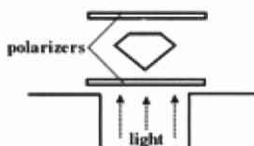
Horizontal illumination

Horizontal illumination

نورپردازی افقی یا penlight illumination بطور افقی و مستقیم به سنگ تابیده می شود.
این روش باعث می شود gas bubbles و سایر ناپاکی های کوچک به روشنی دیده شوند.
نور fiber optic نیز می تواند بکار رود.

مزایای نور Fiber optic

۱-وضوح ناخالصی را بیشتر می کند.
۲-قابلیت تفکیک ناخالصیها را در مناطق پر تراکم تر آسان می کند.



Polarized illumination

Polarized illumination

با استفاده از فیلترهای قطبش شما یک میکروسکوپ قطبی کننده خواهید داشت.این روش زمانیکه به دنبال صفحات دوقلو شدگی-کشش-چندرنگی-تعیین نشان نوری و تشخیص کوارتز طبیعی از نوع مصنوعی هستید بسیار مفید است .

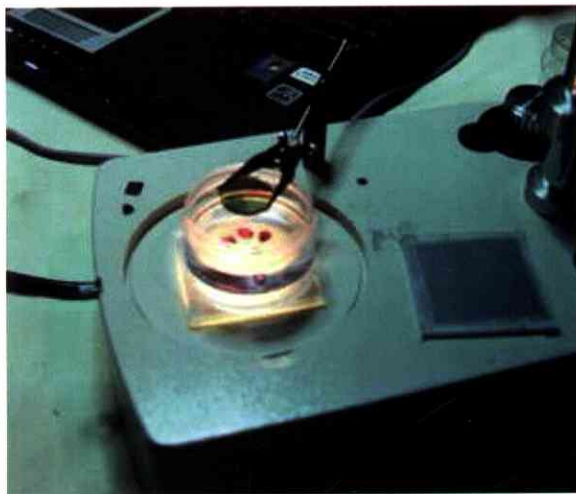
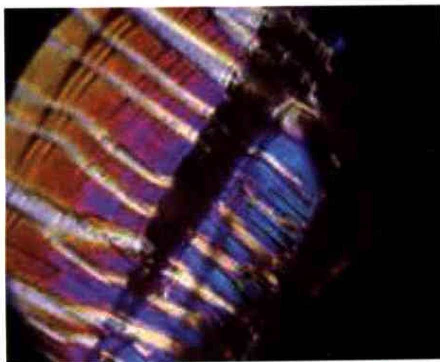


Photo courtesy of John Huff, Gemcollections.com

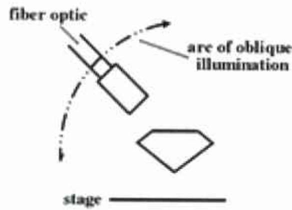
میکروسکوپ گوهرشناسی با یک فیلتر polarizer پنجاه میلی متری مربعی شکل که در زیر ظرفimmersion cell قرار میگیرد و یک فیلترanalyzer گرد بیست وپنج میلی متری که با یک نگهدارنده در بالای ظرف نگه داشته می شود.
یکی ازفیلترها بالای transmitting lightsource قرار می گیرد.
این دستگاه ما را قادر می سازد که solid and negative crystal inclusions راازهم تشخیص دهیم.



Partially healed fracture (fingerprint) in a pink sapphire.



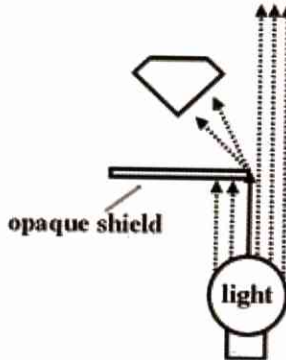
The same fracture in a pink sapphire between crossed polars.



Oblique illumination

Oblique illumination

نورپردازی Fiber optic این اجازه را به شما می دهد که بطور مستقیم ومتمرکز نور را به قسمتی از داخل گوهر که نیاز دارید بتابانید.



Shadowing technique

Shadowing technique

یک شی نازک opaque مانند کارت اعتباری در مسیر نور قرار می گیرد.این عمل باعث می شود نور شکسته شود و وضوح تصویر سه بعدی ناپاکی ها افزایش یابد.
پدیده های رشد مانند twinning and curved striae با این روش خیلی راحت تر دیده می شوند.

ناپاکی(Clarity)

ناخالصی : آقای John Koivula در سال ۱۹۹۱ در یکی از مقالاتش اینطور بیان میکند که یک ناخالصی هرگونه بی نظمی در یک گوهر است که میتوان آنرا با چشم غیر مسلح - ذره بین ویا میکروسکوپ مشاهده کرد و به دو گروه تقسیم می شوند :

داخلی یا Inclusion

سطحی یا Blemishes

هر چیزی که روی سطح سنگ دیده میشود را Blemishes می نامند و شامل موارد زیر است :

Abrasion(Abr): یکسری nick های ریز در طول facet junction است که به آن ظاهر سفید یا ریش ریش می دهد و وقتی اتفاق می افتد که در اثر بی دقتی الماسها در خلاف جهت بهم ساییده می شوند.

Burn mark: این علائم در نتیجه حرارت بیش از حد در هنگام برش نگین پدیدار می شوند و اغلب بصورت لکه های شیری رنگ بروی صفحات هستند.اینگونه علائم توسط صیقل قابل حذف هستند.

Extra facet(EF): این صفحات می توانند در تمام سطح خارجی سنگ تشکیل شوند.گاهی تراشکار سعی دارد با تراش بیشتر ناپاکی قابل مشاهده ای را حذف کند.بر خلاف وجه های کریستالی طبیعی صفحات اضافه تراش داده شده از کیفیت تراش و جلای سایر صفحات برخوردارند و دارای اضلاع مستقیم و هندسی هستند که تفاوت محسوسی با اضلاع بی نظم وجه های طبیعی دارا می باشند.به شکل صفحه ۱۱۱ توجه کنید.

Lizard skin: یک ناپاکی است که در هنگام صیقل الماس بدلیل نوسان فشار وارده بر سنگ ایجاد می شود و دارای نقشی شبیه به پوست پرتقال(ناهموار و موجی) است.

Natural (N): بعضی از سطوح کوچک اکتاهدرون هستند که هنگام تراش الماس دست نخورده باقی می مانند و معمولا در سطح girdle سنگ صیقلی شده دیده می شود . این سطوح مثلث وار و یا به ندرت خطوطی به شکل چهارگوش (آثار رشد صفحات طبیعی درانواع بلور الماس)هستند.تراشکار این صفحات را بروی سنگ جا می گذارد تا وزن الماس کاهش پیدا نکند.

Nick(NK): شامل chipهای سطحی ریز می باشد که بدلیل سایش ناشی از استفاده طولانی مدت از سنگ است.

Pit: این ناپاکی بصورت نقاط سفید ریزمی باشد و در واقع pinpoint است که در اثر صیقل به سطح سنگ رسیده و بعبارت دیگر یک cavity ریز است.

Rough Girdle(RG): یک girdle بی قاعده – دانه دانه – دارای pit و با ظاهر مات است.



Polish line(PL): علائم صیقل در نگین ها بیشتر خطوط ظریف و مشخص هستند که جهت موازی با یکدیگر دارند.از آنجائیکه تراش دهنده بعلت تغییر میزان سختی مجبور است هر صفحه را بطور جداگانه صیقل نماید ، اغلب مسیر خطوط از صفحه ای به صفحه دیگر تغییر می کند ولی همیشه در مرز دو صفحه مجاور قطع می شود.علائم و آثار صیقل در صفحه تاج از سمت پاویلیون بخوبی قابل رویت است و بعلت شکل مخروطی پاویلیون این خطوط منحنی دیده می شوند.

Scratch(S): خطوط خراش مانند سفیدی که می تواند حاصل مرحله تراش یا تکمیل (finish) و یا هر زمان دیگری بعد از تراش باشد و به شکل صاف یا ناصاف است.(خطوط صیقل در امتداد صفحات نیست ولی خطوط خراش ممکن است چند صفحه پشت سرهم را در بر گیرد.)

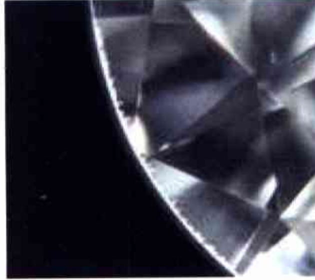


Diamond Surface graining(SGr): بطور کلی graining یک ناخالصی است که در اثر اختلال در طول رشد شکل می گیرد و به شکل یک سطح یا صفحه و یا یک خط خود را نمایش می دهد که از یک یا چند پخ بطور پیوسته عبور کرده است. حال اگر این ناخالصی به سطح سنگ برسد به آن Surface graining اطلاق می شود و اگر در داخل سنگ باقی بماند به آن internal graining گفته می شود.



Inclusion شامل موارد زیر است:

Bearded girdle(BG): یک bearded girdle شامل feather های ریز است که از سطح girdle به داخل سنگ ادامه می یابد.یک heavily bearded girdle دارایfeather های زیادی است که باعث ایجاد حاشیه ریش ریش سفیدی دور تا دور سنگ می شود.



Bruise(Br):شامل feather های ریزی است که به بصورت ریش ریش بسمت داخل سنگ تمایل دارد.برای فهم بهتر این مطلب می توانید اثر برخورد یک قطعه سنگ به شیشه ای را تصور کنید.

Cavity(Cv): به حفره یا شکستگی در سنگ گفته می شود که گاهی می تواند یک راه به سطح سنگ پیدا کند.



Chip:به لب پریدگی و شکستگی اطلاق می شود.اغلب سطح girdle دچار لب پریدگی می شود و گاهی این لب پریدگی به درون سنگ گسترش می یابد و با ترک خوردگی همراه می شود.



Cloud(Cld): به ناخالصی ابر مانندی که از تجمع Pinpoint ها بوجود آمده گفته می شود.
Gas bubble: در هیچ سنگی بجز کهربا و شیشه حباب گاز به صورت مجزا دیده نمی شود. این ناپاکی میتواند در سنگهای دیگر مانند یاقوت و ... قابل رویت باشد ولی نه بصورت مجزا بلکه داخل یک ناپاکی مایع که در این صورت به آن ناخالصی دو فازی گفته میشود. البته حبابهای گاز در سنگهایی که بروی آنها عمل fracture filling یا assembling صورت گرفته است ممکن است دیده شود که در اینصورت در اثر بی دقتی بهمراه مواد دیگر وارد سنگ شده است.
اگر کلمه Gas bubble را در مورد سنگهای دیگر بکار ببریم بدین معنی است که سنگ ما سنگی مصنوعی است.توجه داشته باشید که این ناخالصی low relief و دونات شکل است که دور تا دورش سیاه است.
Growth tube: این ناپاکی در طول رشد کریستال بوجود می آید و در واقع یک liquid filled cavity است.
Indented natural(IndN): یک ناخالصی است که از سطح سنگ خارج شده ولی فضای خالی خود را در سنگ بجا گذاشته است و تراشکار بمنظور حفظ وزن سنگ این ناخالصی را بجا می گذارد.
Diamond internal graining(IntGr): این ناپاکی بدلیل اختلال در طول شکل گیری الماس بوجود می آید که دارای طول و عمق است و می تواند با internal strain همراه باشد.



Diamond Grain center(GrCnt): یک ناحیه متمرکز از رشد کریستالی است که می تواند تیره یا روشن باشد.
Feather(Ftr): این ناپاکی توسط cleavage planes ویا internal stress fracture ایجاد می شود.معمولا دور تا دور یکIncluded crystal مانند گارنت هستند که بدلیل internal stress fracture در طول رشد کریستال ایجاد می شوند.
Included crystal(xtl): بطور کلی در مورد سنگ الماس اگر ناخالصی کریستال دیده شود به آنIncluded crystal گفته می شود اما در مورد سنگهای رنگی به کریستالهایی که شکل منظم کریستالی آن مشخص نیست گفته میشود و از جنس خود سنگ و یا از جنس سنگ دیگر است که از نظر وضوح به دو دسته تقسیم می شود:

- High relief که وضوح بالایی دارند یعنی با رنگ سنگ میزبان دارای تضاد رنگی هستند .
- Low relief که وضوح پایینی دارند یعنی بی رنگ یا همرنگ سنگ میزبان هستند .

Knot: به نقاط گره مانند بروی سطح سنگ گفته می شود.اینگونه نقاط معمولا بوسیله ناخالصی هایی که در روند تراش به سطح خارجی می رسند بوجود آمده اند و به سختی قابل صیقل دادن و حذف کردن هستند.



Laser drill-hole(LDH): این روش در سال ۱۹۷۰ ابداع شد.در این روش توسط لیزر تونلی نازکتر از موی انسان برای دسترسی به نا خالصی(معمولا تیره رنگ) ایجاد کرده و با وارد کردن مواد شیمیایی و اسیدی آنها را بی رنگ می کنند.این تونل در سنگ بجا می ماند که گاهی با شیشه پر می شود تا دیده نشود.

Pinpoint(Pp) : به کریستالهای بسیار ریز درون سنگ که به رنگ سفید هستند اطلاق می شود.

Needle(Ndl) : کریستالهای سوزنی شکل را می گویند مانند سوزنهای روتایل در یاقوت.

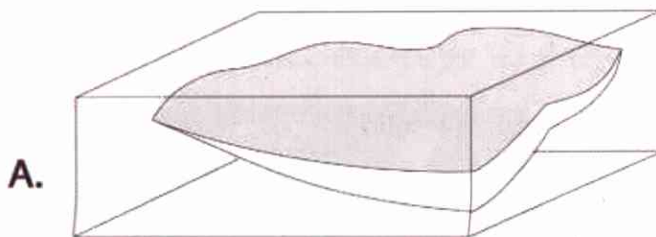
Negative crystal: زمانیکه یک کریستال از جنس و نوع سنگ میزبان خود باشد به آنNegative crystalگفته می شود مانند کراندوم در داخل کراندوم و این در صورتی است که ما شکل کریستالی را در سنگ تشخیص بدهیم و دیگر اینکه این ناخالصی بصورت یک فضای خالی بشکل کریستالی سنگ میزبان است.

Twining wisp: در طول رشد کریستال و در نتیجه دوقلو شدگی آن شکل می گیرد که می تواند با graining و strain همراه باشد.

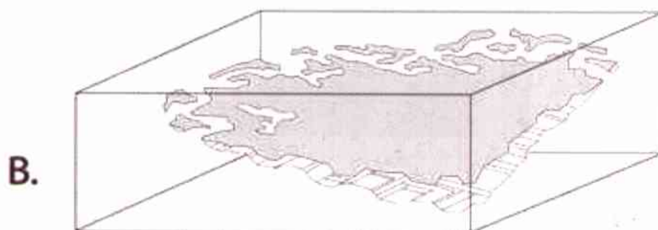
Finger print: در هر نقطه ای از کریستال ممکن است fracture یا شکستگی وجود داشته باشد که مایعاتی غالبا اشباع شده از مواد معدنی که بعضا دارای خاصیت اسیدی هستند وبه nutrient معروف هستند میتوانند وارد این شکستگی ها شده و دیواره این شکستگی ها را حل کنند سپس بعد از اینکه این مایعات شروع به سرد شدن میکنند و قدرت ابتدایی خود را از دست میدهند شروع به ته نشین شدن در دیواره ها می کنند.

در این حالت بعضی از این شکستگی ها نسبت به ما بقی آنها بیشتر و سریعتر ترمیم میشوند که بدین دلیل است که محلول بیشتری را در خود جای داده اند .زمانیکه healing یا ترمیم شکستگی ادامه پیدا میکند بی - نظمی هایی که در دیواره ها بوده کمتر شده و پیوند مولکولی بین آنها برقرار میشود که نتیجه کار یک شکستگی بهبود یافته است که میتواند ظاهری شبیه به finger print یا feather داشته باشد. اگر عمل ترمیم تا انتها پیش برود این ناخالصی بشکل جامد و در غیر اینصورت بشکل مایع است که در این حالت به
اثرآینه ای(mirror effect) معروف است.

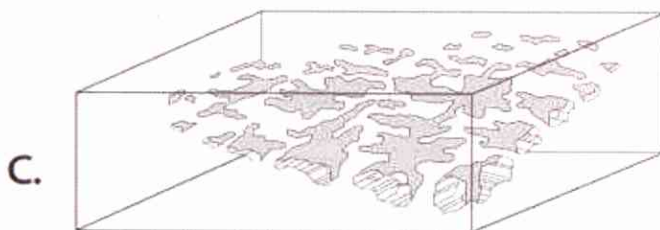
A.



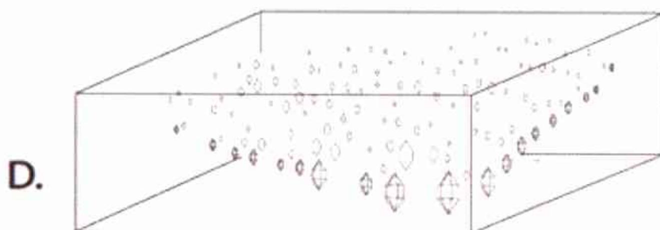
B.



C.



D.



شکل گیری یکFingerprint

بهبودی یک شکاف درون کریستال در نتیجه حفره های ثانویه

A: یک شکستگی که در طول رشد یا بعد از آن ایجاد می شود.

B :با جاری شدن محلولهای رشد به داخل شکستگی و یا دیواره های داخلی شکاف بهبودی شروع می شود.

C:بهبودی ادامه می یابد.

D:نتیجه کار یک شکستگی بهبود یافته است.

طبقه بندی ناخالصی ها برحسب زمان پیدایش آنها

Protogenetic (pre existing): 1-solid inclusion

این ناخالصی ها قبل از بوجود آمدن سنگ میزبان وجود داشتند و قطعا از جنس کریستالها هستند که در زمان رشد سنگ در درون سنگ گرفتار شده اند و می توانند دارای شکل منظم یا نا منظم هندسی باشند.

Syngenetic (contemporary): 1-solid inclusion
2-primary cavities or negative crystal
3- growth phenomena

به نا خالصی هایی گفته میشود که همزمان با رشد سنگ رشد کرده اند و در نهایت در سنگ گرفتار شده اند.

growth phenomena شامل موارد زیر است:

primary twinning: دوقلو شدگی هایی که همزمان با رشد کریستال تشکیل می شوند و بیشتر بصورت صفحات مجزا وجود دارند که میتوان به diamond maacle ,spinel growth twinning اشاره کرد.



Color zoning: در زمان رشد یک کریستال عوامل رنگ دهنده ممکن است در مقادیر کامل و ثابت در دسترس نباشند در نتیجه خطوط تیره و روشن که از ساختار کریستالی سنگ پیروی می کنند در سنگ دیده می شود.

Epigenetic (post formation): 1-solid inclusion
2-secondary cavities or heald fracture
3- growth phenomena

این ناخالصی ها بعد از بوجود آمدن سنگ تشکیل می شود امکان دارد دقیقا بعد از رشد سنگ و یا میلیونها سال بعد از رشد سنگ وارد سنگ میزبان شوند و از طریق شکستگی هایی که به سطح سنگ رسیده اند وارد سنگ شده اند .

solid inclusion شامل موارد زیر است:

ناخالصی iron stain در سطح زمرد- یاقوت- کوارتز یکی از این نمونه هاست.

Exsolved crystal: با عدم ترکیب یک محلول جامد در حرارت بالا که بلورها در آن دما رشد میکنند ممکن است ناپاکی های بیشتری جذب این محلول جامد شود که با سرد شدن کریستال ساختار آن منقبض شده و ناپاکی ها را بسمت وجه های کریستال هدایت می کند در نتیجه این ناخالصی ها قادر به ترک کریستال نبوده و بصورت کریستالهای ریز و کوچک در طول و جهت های کریستالی دیده میشوند .

برای مثال سوزنهای روتایل در کراندوم در سه جهت متقاطع در ۶۰/۱۲۰ درجه در یک صفحه عمود بر محور c از این نوع می باشد.

آزبست در chatoyancy یا horse tail در demantoid garnet نیز از این نوع است.



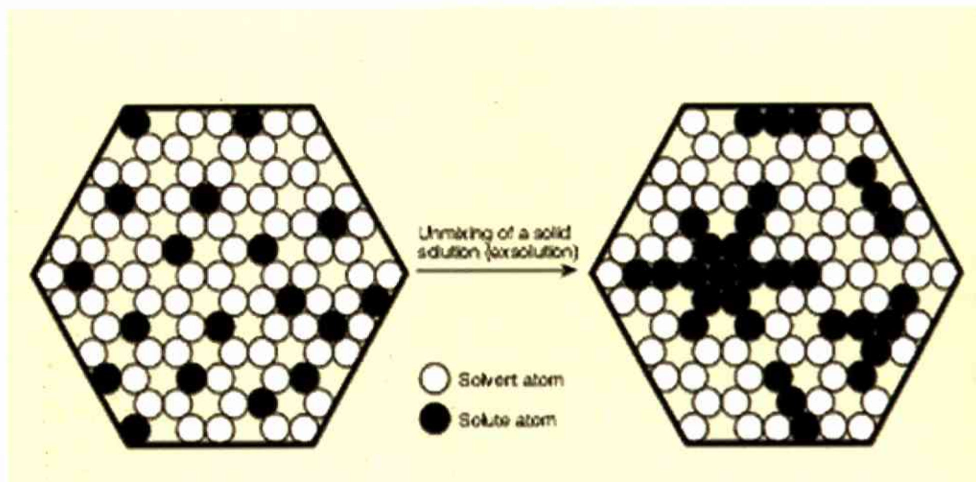
Four –rayed rutile star in quartz



six-rayed rutile star projects from a hematite-ilmenite center in quartz from brazil,DF,FO 5x

محلول جامد

مواد معدنی به ندرت در طبیعت بصورت خالص یافت میشوند و اغلب آنها محتوی عناصر تشکیل دهنده و دیگر عناصر هستند .برخی از اتمهای یک ماده معدنی میتوانند جایگزین اتمهای یک ماده دیگر شوند .
در ساختمان مورد نظر در صورتیکه شرایط اجازه دهد یک یون یا گروه یونی را میتوان با دیگری جایگزین کرد که جانشین سازی یونی یا محلول جامد نامیده میشود.



Exaggerated and simplified atomic view of exsolution in corundum
During exsolution, solute atoms migrate together to form their own crystals within the host. The orientation of these crystals is governed by the host structure. As a result, they are exsolved in a specific pattern. Within corundum, rutile (TiO_2) unmixes in the basal plane, parallel to the faces of the second-order hexagonal prism {1120}, while hematite (Fe_2O_3) or ilmenite ($FeTiO_3$) exsolves parallel to the first-order prism {1010}; boehmite (gamma - AlO·OH) exsolves along the rhombohedron {1011}

: growth phenomena

Secondary twinning

به دوقلو شدگی هایی که بعد از رشد کریستال بوجود آمده اند اطلاق می شود و بدلایل زیر رخ می دهد:

بواسطه تبدیل (transformation)

وقتی که یک کریستال کاملا رشد یافته با یک تغییر ناگهانی دما و فشار مواجه میشود چیدمان اتمی آن میتواند جابجا شود. بعنوان مثال میتوان به کوارتزاشاره کرد که در دمای بالای۵۷۳ درجه سانتیگراد بصورت هگزاگونال است و بتا کوارتز نامیده میشود و در زیر این دما به الفا کوارتز سه گوش تبدیل خواهد شد (will transform) که دوقلو شدگی در حین این تبدیل شدن اتفاق می افتد.

بواسطه تغییر شکل (glide or slip or deformation)

وقتی که یک کریستال کاملا رشد یافته تحت تنش مکانیکی (مانند فشار) قرار می گیرد شبکه کریستال ممکن است تغییر کند. دراین حالت اتصالات بین اتمها ممکن است دچار لغزش یا سرخوردگی شود که خیلی سریع این لغزشها با اتصالات جدید ترمیم میشود و دوقلو شدگی اتفاق می افتد.برای فهم بهتر این مطلب شخصی را تصور کنید که یک قوطی کبریت خالی را روی میز قرار می دهد و کمی فشار به آن وارد می کند در نتیجه فرم قوطی کبریت کج می شود.وقتی دو قوطی کبریت خالی کنار هم قرار می گیرند همان فشار باعث خواهد شد که آنها بصورت یک پیکان (arrow head) در آیند بنابراین با توجه به این نکته این ناپاکی در زیر میکروسکوپ بصورت لایه های کاملا صاف یا زاویه دار(Lamellar) دیده خواهد شد.بهترین راه برای دیدن این نوع ناخالصی ها زوم کردن بروی سطح سنگ با بزرگ نمایی کم است . وقتیکه این نوع دوقلو شدگی بطور مکرر در سرتاسر کریستال رخ دهد poly synthetic twinning یا repeated twinning نامیده می شود.بعنوان مثال می توان به Labradorite و Calcite و یا به Corundum هایی که از کشور تایلند می آیند اشاره کرد.



In Polarised Light Incredible **Lamellar twinning** is shown by this labradorite Plagioclase feldspar from Betoiky Madagscar. 5X



In this same labradorite from Madagascar, rotation of the analyser causes the interference Colours to shift and the back ground to lighten. 5X

بهبود کیفیت(TREATMENT)

هر سنگ جواهری که توسط بشر تغییری در زیبایی و رنگ آن داده شود را گویند که این عمل در واقع منجر به بهبود کیفیت سنگ می شود.

پرکردن شکستگی و حفره (Fracture & Cavity Filling)

Glass filled cavity در کراندوم به دو منظور انجام می شود:

۱-افزایش وزن سنگ و درنتیجه ارزش آن
۲-بهبود ظاهر سنگ

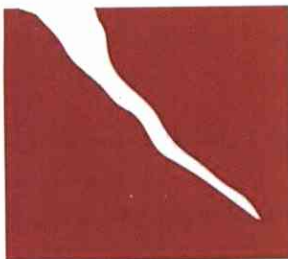
نشانه های Glass filled:

۱-اختلاف در جلای بیرونی
۲-حبابها در infilling
۳-اختلاف در فلوئورسنسی

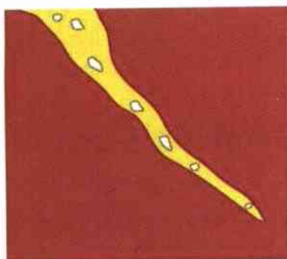
زمردها معمولا با روغن (بلسان کانادا-چوب سدر- کرچک – نارگیل – برزک – زیتون – نخل - بادام زمینی - تخم شلغم روغنی-سویا) و نیز پرکننده های رزین اشباع می شوند.
هرچه ضریب شکست پرکننده به ضریب شکست سنگ نزدیکتر باشد وضوح آن کمتر است.
معروفترین پرکننده رزین، رزین اپوکسی پلی استر است که نام تجاری آن opticon است. این ماده به رنگ کهربایی روشن بوده و دارای ضریب شکست ۱/۵۴۵ است.
در بهبود کیفیت زمرد بهمراه پرکننده ها از عوامل نرم کننده (جهت افزایش عمر treatment اشباع) و برخی اوقات از رنگ نیز استفاده می کنند.
عوامل نرم کننده دائمی نبوده و پس از مدتی مقاومت خود را از دست می دهند در نتیجه ذرات نسبتا سفید گرد و خاک مانندی را در فضاهای خالی ایجاد می کنند.پرکننده های دیگر ممکن است زنگار گرفته باشند بخصوص زمانیکه در فرایند روغنکاری از حرارت استفاده می شود.
با فرو بردن سنگ در مایع غوطه وری مناسب (bromoform با ضریب شکست ۱/۵۶) همه آنچه قابل رویت است مناطقی هستند که دارای پرکننده با ضریب شکست پایین تر هستند.
Hot point باعث تبخیر روغن و تولید بوی خاصی می شود.

Flux-Healing of Fractures in Ruby

A. Before heat treatment



B. During heating

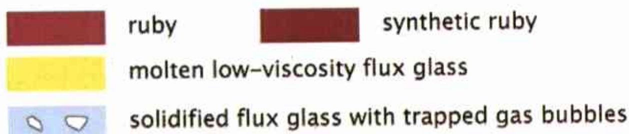


C. After cooling



D. After acid cleaning





دیاگرام بهبود شکستگی توسط فلاکس

مکانیزم بهبودی شکستگی توسط فلاکس در کراندوم

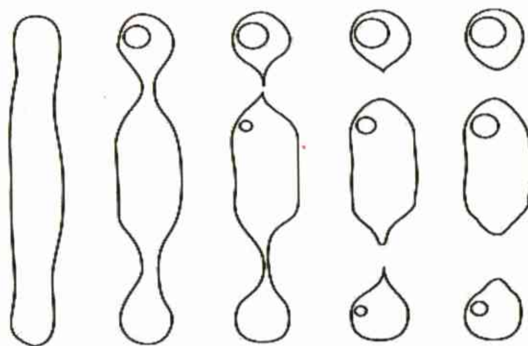
(Illustration © R.W. Hughes; modified from Hänni, 2001, SSEF)

A:شکستگی باز بهبود نیافته

B:در طول عمل بهبود گرمایی فلاکس وارد شکستگی می شود و دیواره های شکاف را حل می کند

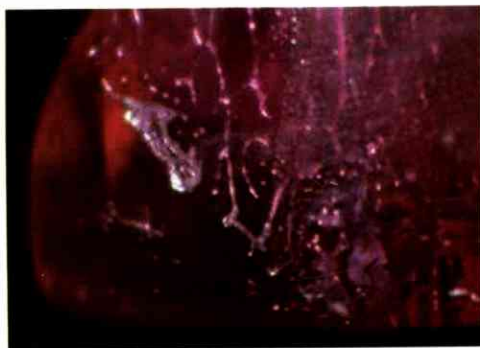
C:در طول سرد شدن کراندوم حل شده مجددا در شکاف کریستالیزه می شود.روبی کریستالیزه شده جدید در واقع یک روبی مصنوعی است که در شکاف رشد کرده است و شامل ناپاکیهای فلاکس سرد شده بهمراه حبابهای گازاست.بمنظور تفکیک روبی طبیعی از نوع مصنوعی از دو رنگ مختلف استفاده شده است.

D:فلاکس باقیمانده در سطح توسط اسید حل می شود و این اسید روی روبی مصنوعی داخل شکاف بی تاثیراست.



Necking down of a void

During healing, as the process continues (left to right), contraction bubbles form and then become larger as the void becomes more spherical. The degree of healing in flux-healed Mong Hsu rubies is so great that the flux remnants are often quite rounded, complete with contraction bubbles.



The whitish, flux remnants in this healed fracture are clearly visible. Reflected light; 100x. (Photo: R.W. Hughes)



This ruby is riddled with glass-filled fractures. Photo: Lore Kiefert




Left: Glass-filled ruby with large amounts of glass present.
The glass has a higher luster than the corundum, due to the Pb content.
Photo: Lore Kiefert
Right: Blue flash in Fracture filled ruby




Left: A gas bubble floats within a glass-filled area of a glass-filled ruby. Note the significant undercutting of the softer glass areas. Photo: R.W. Hughes
Right: Color flash in the Fracture filled emerald




Left: Color flash in the Fracture filled emerald
Right: Oil-filled fractures in emerald, image courtesy of Martin Fuller

گرمایش(Heating)

:Heating corundum

این عمل بروی سنگهای خام و بندرت faceted انجام می شود و دلیل آن اینست که توسعه مناطق مطلوب رنگ آمیزی اغلب نامعین است و برش دادن قبل از حرارت می تواند چنین مناطقی را بردارد.

اهداف haet :

۱-افزایش یا کاهش شدت رنگ

- توسعه رنگ آمیزی آبی(حرارت بین ۱۹۰۰-۱۶۰۰ درجه سانتیگراد و اتمسفر کاهشی و بندرت اتمسفراکسایشی در مورد درصد کمی از سنگهای سریلانکایی)
- کاهش رنگ آبی بخصوص در sapphire های تیره(حرارت بین ۱۴۰۰-۸۰۰ درجه سانتیگراد و اتمسفر اکسایشی)
- توسعه رنگ آمیزی زرد(حرارت بین ۱۹۰۰-۱۶۰۰ درجه سانتیگراد و اتمسفر اکسایشی)
- توسعه رنگ آمیزی نارنجی
- تشدید رنگ صورتی
- کاهش رنگ آمیزی ثانویه بعنوان مثال برداشتن ته رنگ آبی از روبی ها و سفایرهای صورتی دارای ظاهر ارغوانی

۲-برداشتن روتایل سیلک بدین صورت که حرارت آنرا به شکل مایع در شبکه corundum بازمی گرداند و شفافیت سنگ را افزایش می دهد.(حرارت بین ۱۹۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و خنک کردن سریع)

۳-بسط و توسعه روتایل سیلک بمنظور ایجاد پدیده chatoyance یا asterism (حرارت بین ۱۹۰۰-۱۳۰۰ درجه سانتیگراد و خنک کردن تدریجی ۱۱۴ روزه یا بیشتر)

۴-بهبود کیفیت بوسیله partially heal fractures

۵-کاهش نمایش "curved striae" درنوع مصنوعی توسط ذوب کردن این لایه ها در داخل همدیگر و نیز کاهش نمایش ناخالصی های قابل شناسایی در انواع مختلف سنگهای مصنوعی

عوامل تاثیرگذار بر heat treatment:

۱-زمان

۲-سرعت حرارت دهی و خنک کردن

۳-دما

۴-اتمسفر(اکسایش یا کاهش)

۵-فشار اتمسفر

۶-ترکیب شیمیایی گوهر

۷-ماده مجاور(موادی مانند borax که جهت جلوگیری از چسبیدن گوهرها بهم استفاده می شود می توانند ترک ها را مورد هجوم قرار دهند.)

نشانه های heat:

۱-discoid stress fractures

۲-internal crystals with rounded, melted edges

۳-سوختگی سطحی (ذوب جزیی) سطح پخ ها در صورتی که سنگ تراش خورده باشد.

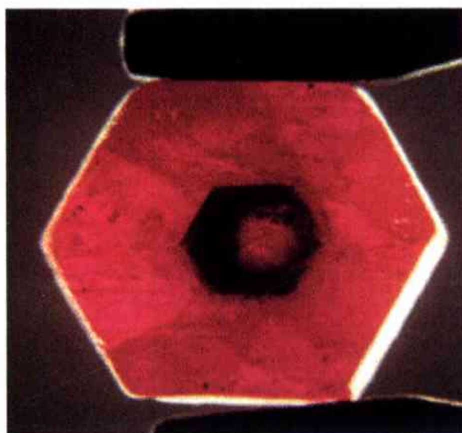
۴-silk نقطه مانند و تا اندازه ای جذب شده

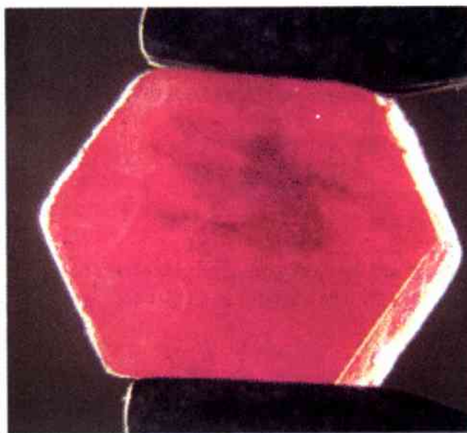
۵- tension crack(دراثرحرارت ناخالصی منبسط می شود و این انبساط باعث ایجاد ترک در اطراف ناخالصی می شود.)



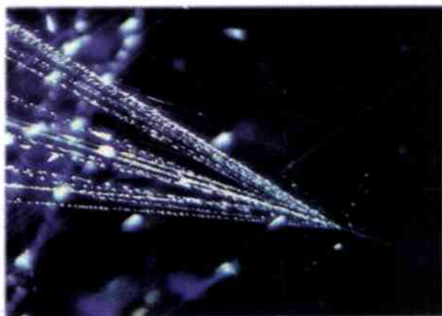


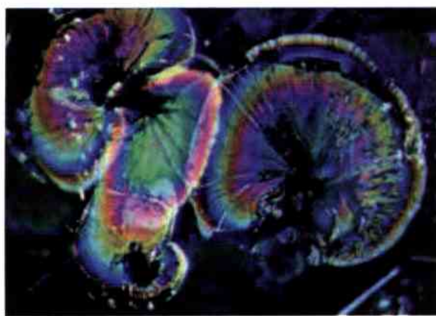
The dramatic change in color and clarity is of a blue sapphire when heat-treated



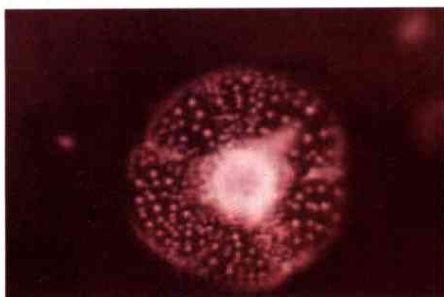


These before and after photos show how massive inclusions can be dissolved with specialized heating techniques to not only create far improved clarity, but also create uniform coloration throughout the material being treated. There are so many different heating processes that it is almost impossible to identify each correctly. Photos: John Koivula



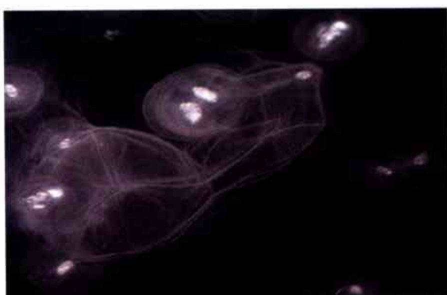


Left:This 'comet' silk inclusion is formed by intersecting rutile threads. When a sapphire is heated, those threads separate into the droplets seen here.
Right: Discoid fractures caused by heat treatment in an Australian sapphire; 45*x*.
(Photos: John Koivula)





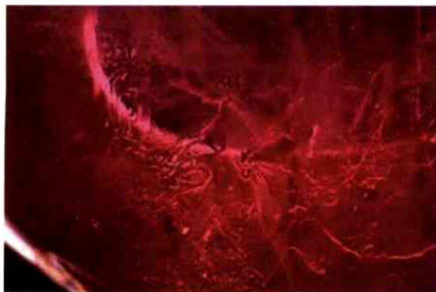
Left:discoid fracture in a heated ruby
Right: Melted tiny crystal with tension disc in a heated blue sapphire





Left: Zircon is heated in this blue sapphire
Right: Apatite crystal which is heated.



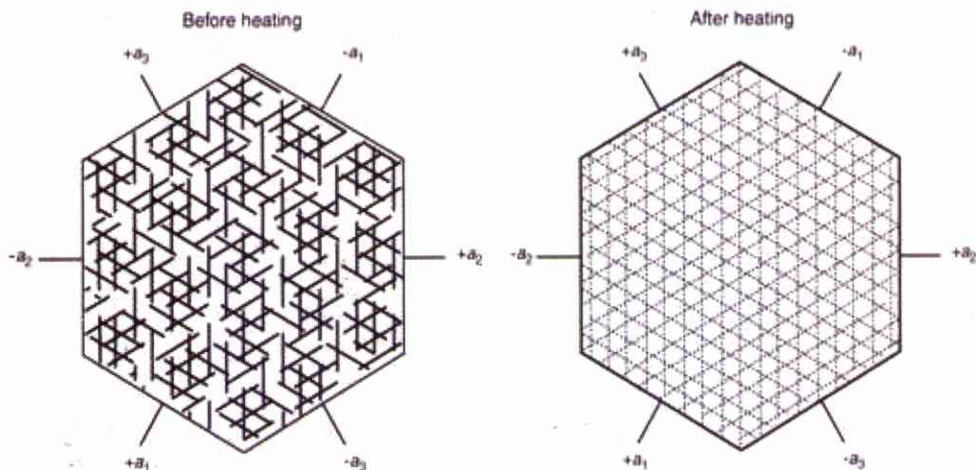


Left:Thin film around the two phases inclusion in the heated pink sapphire
Right:Liquid inclusion in the heated ruby





Left:Looking parallel to the c-axis, the partially resorbed rutile silk is clearly seen. Reflected light; 60x.
Right: Heat treatment of Möng Hsu ruby causes a partial resorption of the rutile silk, leaving white silk "skeletons" such as these seen here, looking perpendicular to the c-axis. Reflected light; 60x. (this two Photo: R.W. Hughes)







Burned rutile

: Heating amber

Amber به سه منظور حرارت داده می شود:
۱-تیره کردن: بیشتر amber های شفاف که در طبیعت یافت می شوند به رنگ زرد روشن تا طلایی هستند که به کمک حرارت می توان به انها سایه تیره داد.
۲-شفاف کردن: amber هایی که به دلیل air bubbles بصورت milky هستند را می توان با حرارت دادن در روغن شفاف کرد.
۳-افزودن stress fracture inclusions: بعد از حرارت دادنamber در روغن آنرا در مایع سرد فرو می برند تا یک characteristic stress fractures که شبیه به یک صفحه مدور تخت (flat disks) است ایجاد شود که اصطلاحا به آن "sun spangles" می گویند.



the close up shows the "sun spangles" in a piece of amber jewelry

بهبود کیفیت ای.اچ.تی.(A.H.T. Treatment)

حرارت دهی با استفاده از دمای بالا (۱۷۰۰ درجه سانتیگراد) و نیز فشار بالا را می گویند.مشخصه اصلی این نوع ازبهبود کیفیت استفاده از افزودنی هایی مانند بریلیوم است. سنگهای مناسب برای این عمل غنی از آهن یا منابع خاص هستند.

نشانه های A.H.T. Treatment :

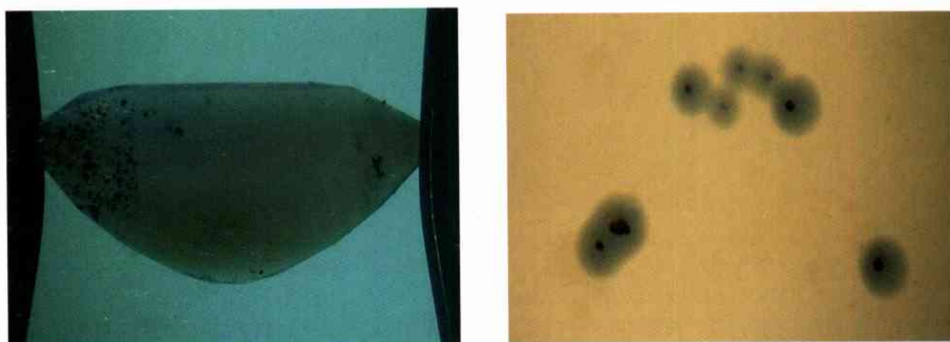
۱- رنگ آمیزی درخشنده با جلای بیرونی فوق العاده
۲-بیشتر روبی های A.H.T. را وقتیکه روی یک پس زمینه سفید قرار می دهیم تمرکز رنگ زرد تا نارنجی را نزدیک girdle نشان می دهند.
۳- با بزرگ نمایی نمونه های ruby از songea(معدنی در تانزانیا) تکه های مدور آبی یا الگوی شش گوش را که از کریستالهای included متشعشع می شوند را نشان می دهند.
sapphire ها می توانند color banding قوی را در نزدیکی مرکز نشان دهند.

۴-برخی از سنگها ممکن است زیر نور ماوراء بنفش موج بلند فلوئورسنسی قوی اما زرد یا نارنجی تکه تکه و یا واکنش آبی گچی را به نمایش بگذارند.
۵-درمایع غوطه وری تمرکز ناهموار رنگ -لبه بی رنگ با هاله کوچک نارنجی رنگ و پس دادن رنگ از ترک ها ممکن است دیده شود.



Left:Traces of synthetic regrowth seen at the culet of the reddish orange sapphire described above. Such regrowth is an indication of high-temperature heating which is a hallmark of beryllium diffusion. Photo: Hpone-Phyo K. Nyunt/AGTA GTC.

Right:Poor quality sapphires before and after beryllium treatment. (Photo: T. Themelis, 2003)



Left:Immersion with the use of a blue filter reveals concentrations of an orange color surrounding a faint pink core. Photo: Hpone-Phyo K. Nyunt/AGTA GTC.

پخش سطحی(Surface diffusion)

در این عمل سنگ تراش خورده را در یک ظرف سر بسته حرارت می دهند و وقتی سنگ حالت جامد-مایع پیدا می کند و ساختار بیرونی اش را از دست می دهد عوامل رنگ دهنده را وارد پروسه می کنند و سپس حرارت را کاهش می دهند تا خنک شود. این پروسه بطور تجربی تا زمانیکه رنگ مطلوب حاصل شود ادامه پیدا میکند.
در این عمل رنگ تا عمق ۱-۰/۵ میلی متری سطح سنگ نفوذ می کند و با repolish ازبین می رود.

نشانه های Surface diffusion:

۱- محو شدن رنگ از یک facet به دیگری
۲- جاری شدن رنگ diffused در حفره ها و شیارهای سطح
۳- تجمع رنگ در girdle و facet junction
۴- فلوئورسنسی تکه ای زیر نور ماوراء بنفش موج کوتاه
۵- درمایع غوطه وری لبه ها پر رنگ تر است.



Diffused light reveals concentrations of color at the surface and facet junctions, suggesting lattice diffusion. Photo: Hpone-Phyo K. Nyunt/AGTA GTC.

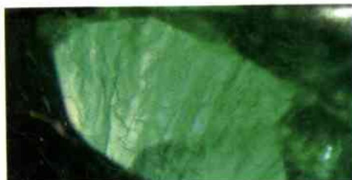


رنگ کردن(Dyeing)

این عمل بروی سنگهایی که دارای خلل و فرج هستند و یا آن دسته از سنگهایی که از نظر ساختمانی aggregate هستند انجام می شود.
از جمله سنگهایی که دارای خلل و فرج هستند می توان به موارد زیر اشاره کرد:
opal, chalcedony, jade, coral, pearls, and howlite
یکی از روشهای این عمل بدین صورت است که سنگ را در محلول شکر خیس می کنند تا خلل و فرجش با آن پر شود سپس در اسید سولفوریک جوشانده می شود که با کربنیزه شدن شکر رنگ سنگ سیاه می شود. اگر بخواهند سنگی را که کریستالین و فاقد fracture است را رنگ کنند ابتدا آنرا حرارت می دهند و سپس در آب سرد غوطه ور می کنند تا دارای fracture شود ، البته این عمل را دستگاه اولتراسونیک با لرزشهای شدید نیز ممکن است انجام دهد.



Black onyx" ring technically "carbonized chalcedony



Dyed chalcedony

درعمل dyeing که روی سنگ خام انجام می شود رنگ توسط fracture های به سطح رسیده وارد سنگ می شود بنابراین تجمع رنگ درfracture و نیز gas bubble را می توان مشاهده کرد.(این رنگ توسط دستگاه ultra sonic بیرون می آید.)



Two pieces of quench crackled, dyed rock crystal quartz, the pink one has been magnified and shows clearly that the dye is only in the fracture

پرتو افکنی(Irradiation)

اشاره می کند بر گوهرهایی که تحت تابش اشعه گاما یا الکترون قرار گرفتند.(در برخی موارد همراه با حرارت) تابش اشعه گاما یا الکترون مراکز رنگ را وادار می کند که رنگ گوهر را تغییر بدهند و یا با ایجاد تغییراتی در ناپاکی ها وضوح گوهر را بهبود می دهد.

گوهرهایی که بطور روال با این روش بهبود کیفیت می یابند عبارتند از:

آکوامارین(برای تولید dark blue Maxxie beryl)
بریل بی رنگ(برای تغییر به نوع زرد یا سبز)
بریل صورتی(برای تولید deepen the pink color)
اپال(برای ایجاد یک orange-yellow body color)
الماس(برای تولید رنگهای مختلف)
کوارتز(برای تولید Smoky Quartz, Citrine, Amethyst, Amethyst-Citrine or Ametrine)
توپاز(آبی وزرد)
تورمالین صورتی(تولید Hot Pink and Red or Rubellite) و
کنزایت صورتی کمرنگ (به بنفش کمرنگ)

پوشش(Coating)

این عمل جهت بهبود کیفیت سطح سنگ استفاده می شود و شامل واکس زدن (Waxing)- لاک زدن(lacquering) - میناکاری(enameling)- جوهری کردن(inking)- ورق فلزی بکار بردن (foiling) و فیلمهای بخار فلزی که پدیده iridescent ایجاد می کنند (vapor deposition of a film) است که جهت بهبود رنگ و ظاهر سنگ و همچنین ایجاد پدیده بکار می رود.



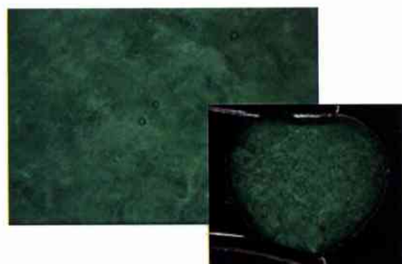
Contemporary "gumball machine" quality foilback ring (glass with metallic paint), circa 1910 high quality Rhinestone brooch (glass with metallic paint)



Metallic vapor coated iridescent quartz ("aqua aura"), magnified view of metallic vapor coated "mystic topaz"



Plastic-coated jadeite cabochons on offer in Mandalay's jade market. Bottom: A plastic-coated jadeite cabochon displays peeling of the green plastic at the girdle under magnification. Photos © Richard W. Hughes



This heart-shaped jadeite cabochon is actually hollowed out to near-eggshell thickness so that the color appears bright and lively. To protect it, the back is filled in with resin. Such stones are normally bezel set with a closed backing to hide the fraud.
Top left: Round gas bubbles are visible in the resin backing under magnification. Photos © Richard W. Hughes



A process commonly used to enhance polished jadeite, waxing (or "wax dipping") is actually a simple procedure. First (top left), the bangles are soaked in a warm alkaline solution about 5–10 minutes to clean the residue left behind during polishing. Next they are rinsed, dried, and then soaked in an acidic "plum sauce" to remove any residue from the alkaline solution. Then, they are rinsed, dried, and placed in boiling water for several minutes (top right) to open the "pores" in the jadeite and bring it to the right temperature (to avoid cracking) before it is placed in a pre-melted wax solution for several minutes to several hours (bottom left). After waxing, the items are polished with a clean cloth to reveal their best luster (bottom right). Photos and description by Benjamin So.

اسمبل کردن(Assembling)

اهداف Assembling:

۱-افزایش رنگ یا ظاهر سنگ
۲-افزایش سایز سنگ
۳-بدست آوردن سطح هشدار بهتر(در مورد اپال بدین دلیل است که این سنگ اغلب در رگه های نازک پیدا می شود .)

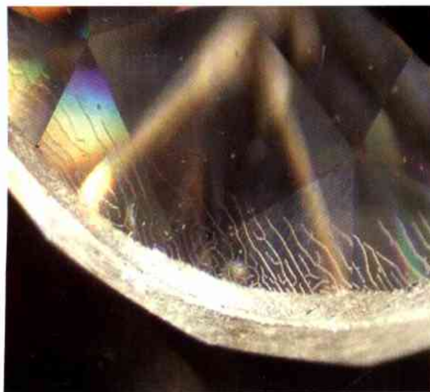
نشانه های Assembling:

۱-اختلاف در رنگ بین crown , pavilion
۲-اختلاف در جلای بیرونی بین crown , pavilion
۳- اختلاف در ناخالصی های بین crown , pavilion

روشهای شناسایی:

۱-می توان سنگ را در یک ظرف محتوی آب یا مایع غوطه وری مناسب فرو برد و اختلافات در رنگ و ناخالصی های بین crown , pavilion را با کاهش انعکاسات سطح آسانتر دید.
۲-در مورد سنگ Garnet-topped doublet(G.T.D. or garnet and glass doublet) می توانید آنرا از table روی یک ورقه سفید قراردهید تا یک حلقه قرمز دور سنگ ببینید.
۳-استفاده از دستگاه طیف نما و مقایسه طیف حاصله با طیف مقیاس

Soude emerald(colorless crown,colored layer,colorless pavilion)



Corundum , strontium titanite doublet



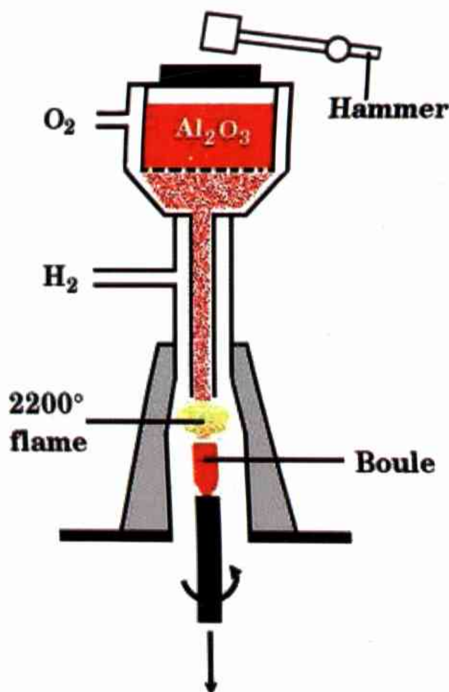
Ruby doublet in immersion cell

روشهای تولید گوهرهای سینتتیک
(Synthetic gemstones processes)

(Melt techniques)تکنیکهای ذوب

1-Flame fusion

روش flame fusion (همچنین به پروسه Verneuil معروفست) برای رشد گوهرهای مصنوعی در سال ۱۸۹۳ توسط (1856-1913) Auguste Victor Louis Verneuil به منظور رشد کراندوم مصنوعی ارائه شد.در سال ۱۹۰۴ Verneuil اطلاعاتش را بمنظور انتشار در یک مجله فرانسوی "Extrait des Annales de Chimie et de Physique" منتشر کرد و روش او همچنان تا امروز استفاده می‌شود. این روش همچنین در تولید corundum,spinel,rutile and strontium titanite بکار می رود.



دیاگرام ساده flame fusion (Verneuil process) بر ای تولید کراندوم مصنوعی

به منظور تولید کراندوم مصنوعی یا هر ماده معدنی دیگر که مناسب است پودر گوهر در یک محفظه با کف الک مانند نگاهداشته می شود.توسط ضربه آهسته چکش، محفظه مقداری پودر رها و به داخل لوله هدایت می‌کند که با اکسیژن فشرده ترکیب می شود.پودر با مقدار زیادی اکسیژن داخل یک شعله اکسی هیدروژن قرار می گیرد (با دمای حدود C °۲۲۰۰) و شروع به کلوخه سازی روی یک میله سرامیکی (شمع"candle" نامیده میشود) می کند.در ابتدا یک "starter" boule شکل می گیرد سپس سرعت ضربه زدن چکش پایین آورده می شود و ترکیب اکسیژن/هیدروژن به حداکثر میزان مساعد تنظیم می شود. شمع سرامیکی با سرعت ثابتی از شعله پایین آورده می شود تا قسمت فوقانی ماده در حال رشد در داغ ترین قسمت شعله قرار گیرد و boule رشد کند.

Boule رشد کرده در حدود ۱۰۰ میلیمتر طول و ۲۰ میلیمتر قطر دارد. پایه شمع با سرعتی در حدود 10mm/hourپایین آورده می شود بنابراین یک Boule با طول۱۰۰ میلیمتر در ۱۰ ساعت تولید می شود.

بعد از رشد Boule از شمع جدا می شود.

کلمه "boule" لغت فرانسوی است و به ظاهر توپی شکل"ball-like " نتایج اولیه اشاره دارد.

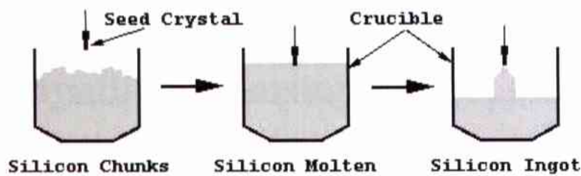
گرچه این روش آسان است ولی باید مراقب دما و موقعیت boule بود.تخمین زده شده که حدود نود درصد تولیدات کراندوم مصنوعی با این روش تولید شدند. [Hughes, 1997]

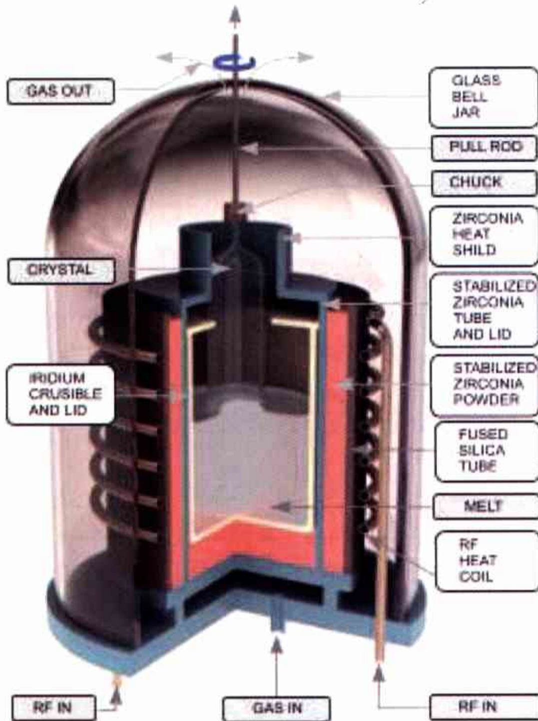
2-Pulling (Czochralski)

در ژانویه سال ۱۹۱۶ Czochralski (۱۸۸۵-۱۹۵۳) شیمیدان هلندی روش جدیدی ارائه کرد که با این روش می توان کریستالهای نزدیک به بی عیب تولید کرد.

ماده استفاده شده در این روش electronic grade silicon(EGS) است که باید خلوص ۹۹/۹۹۹۹۹۹۹۹۹ درصد داشته باشد.

بعد از اینکه EGS داخل بوته بارگیری شد در یک محفظه خلا قرار می گیرد که با یک گاز inert مانند آرگون پرخواهد شد.وقتیکه گاز در محفظه رها می شود بوته تا حدود ۱۵۰۰°C گرم شده است که سبب می شود EGS ذوب شود.یک کریستال دانه ای به قطر ۰/۵cm و طول ۱۰cm به انتهای یک میله چرخشی ضمیمه می شود.بعد از ذوب EGS میله چرخشی پایین اورده می شود تا سطح مذاب را لمس کند میله برخلاف جهت عقربه های ساعت و بوته در جهت عقربه های ساعت خواهد چرخید.هنگامیکه میله می چرخد دانه کریستال به آهستگی بالا کشیده می شود و یک ingot رشد می کند.زمانیکه ingot کشیده می شود سرد می شود تا یک حالت جامد شکل بگیرد.ingot یا boule های شکل گرفته می توانند m ۲-۱ طول و حداکثر ۲۰۰mm قطر داشته باشند که این طول به میزان سیلیکون مذاب در بوته بستگی دارد.

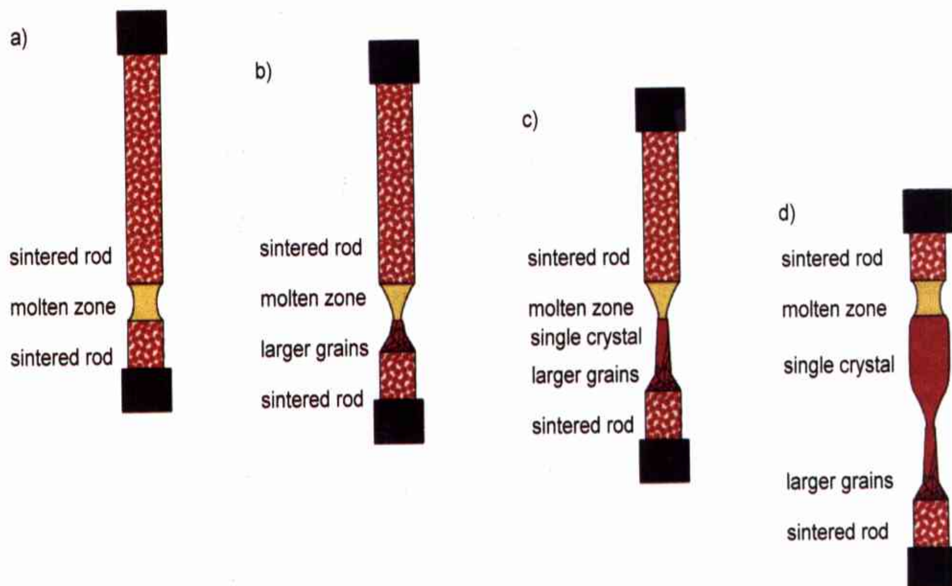




Schematics for the Czochralski-pulling technique for growth of single crystal rods of high-melting oxides and other materials, directly from the melt.

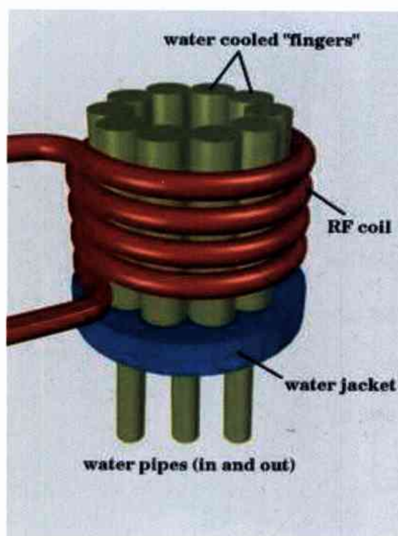
3-Floating zone

در سال ۱۹۵۳ دانشمندان بمنظور دستیابی به نیمه رساناهای سیلیکونی با کیفیت بالا این روش را ابداع کردند.این پروسه با مخلوط لازم برای تولید گوهر مورد نظر شروع می شود.بجای پودر مخلوط به صورت یک جامد میله ای شکل استفاده می شود.هنگامیکه میله می چرخد یک واحد گرمایی از روی آن عبورمی کند که باعث می شود ماده داخل میله در مناطقی (zones) کریستالیزه شود.سرانجام میله به یک کریستال تک (single crystal) تبدیل می شود.
در دهه ۱۹۸۰ شرکت ژاپنی سیکو از این روش برای تولید کریستالهای کراندوم مرغوبتر استفاده کرد.



4-Skull melting

روش "skull-crucible" یا "skull-melting" برای تولید synthetic cubic zirconia بکار می رود.
بخش "skull" به پوسته نازک دی اکسید زیرکن سفید اشاره دارد که دور هسته کریستالیزه شده شکل گرفته است.
گرچه zirconia (ZrO_2) در طبیعت در سیستم monoclinic رشد می کند که baddeleyite شناخته می شود ولی سیستم مکعبی آن به "arkelite" معروفست که برخی اوقات در زیرکن اتفاق می افتد.



Skull-crucible furnace

تولید cubic zirconia مصنوعی در قرن بیستم با دو مشکل مواجه شد.نقطه ذوب دی اکسید زیرکن خیلی بالا بود (۲۷۵۰°C) که هیچ بوته ای (crucibles) نمی توانست آنرا تحمل کند.مشکل دیگر این بود که دی اکسید زیرکن تمایل دارد در سیستم مونو کلینیک کریستالیزه شود بجای سیستم مکعبی.مشکل اول بدین صورت مرتفع شد که اجازه دادند پودر دی اکسید زیرکن یک "skull " تشکیل بدهد و مشکل دوم با اضافه کردن پایدار کننده ها مانند yttria (Y_2O_3) or calcium oxide (CaO) رفع شد.
درصد مولی پایدارکننده ها از ۱۰ تا ۳۰ درصد متغییر است (معمولا ۱۵ درصد برای yttria و ۱۰ درصد برای calcium oxide).
بمنظور دستیابی به دماهای بالا که برای ذوب اکسید زیرکن لازم است از امواج رادیویی (radio-frequency (RF) waves) استفاده شد که فرکانسی در حدود ۴ MHz و ولتاژ بین ۵۰-۱۰۰ kW را دارند.

این القاء RF فقط روی رساناهای حرارتی و الکتریکی خوب کار می کند. دی اکسید زیرکن هیچ یک از آنها نیست.این مشکل با قرار دادن یک میله فلزی زیرکن (rod of zirconium metal) در مرکز بوته حل شد.

بوته ازیک سری میله های فلزی پیوسته ساخته شده که جریان آب سرد در آن وجود دارد.این جریان آب سرد لایه بیرونی مذاب را به اندازه ای سرد نگه می دارد که ذوب نشود.

فلز زیرکن و پودر دی اکسید زیرکن داخل بوته قرار داده می شوند و سیستم روشن می شود.لوله های آب جریان آب سرد را به میله های برآمده مسی هدایت می کند.

امواج رادیویی که از میان حلقه RF مسی عبور می کنند فلز زیرکن را گرم می کنند که آن نیز پودر احاطه کننده را گرم می کند.هنگامیکه این پودر ذوب می شود به منبعی برای القاء RF تبدیل می شود و پودر اطراف را ذوب می کند.این روند ادامه پیدا می کند تا زمانیکه پودری که به میله های سرد نزدیک است از ذوب جلوگیری کند.



Opened run of synthetic cubic zirconia with the, white, skull.
One can easily see the indentations left by the copper "fingers".Photo by Larry P Kelley

بعد از القاء، مذاب به آهستگی از حلقه پایین آورده می شود و انرژی حلقه بمنظور نگهداری ذوب در حدود ۱۴۰۰°C تنظیم می شود.در طول روند پایین آوردن تدریجی (سرعت 2-30 mm/hour بسته به ترکیب ذوب) کریستالهای ستونی شکل می گیرند.اگر ارتفاع کوره ۲۰۰ میلیمتر باشد بطور میانگین در حدود ۱۲ ساعت وقت لازم است.وقتی که کریستالیزاسیون به پایان می رسد دمای ماده به ۹۸°C رسیده است.مذاب با "skull" احاطه کننده از کوره جدا می شود و در هوای آزاد گذاشته می شود تا سرد شود وسپس با چکش شکسته می شود.

یک کیلو گرم پودر پانصد گرم گوهر cubic zirconia تولید می کند.

برای اینکه ماده ذوب شده در سیستم مونوکلینیک کریستالیزه نشود یک پایدار کننده به ذوب اضافه می شود که تغییراتی جزیی در خصوصیات نوری و فیزیکی ایجاد خواهد کرد.علاوه بر پایدارکننده ها عواملی جهت ایجاد رنگ اضافه می شود که بعضی از آنها عبارتند از:

cesium, chromium, iron, cobalt, neodymium, praseodymium, vanadium, copper and manganese.

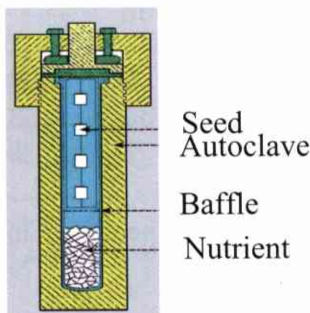
تکنیکهای محلول(Solution techniques)

1-Flux

این روش در دهه ۱۹۳۰ توسط carroll chatham ابداع شد.
فلاکس ماده ای است که وقتی ذوب شد می تواند مواد دیگری را که نقطه ذوب بالاتر دارند را حل کند.گرچه دمای بالای C ° ۲۰۰۰ برای ذوب اکسید آلومینیوم نیاز است ولی پودر گوهر مطلوب در دمای C ° ۸۰۰ در فلاکس حل خواهد شد.دماهایی که معمولا در این پروسه استفاده می شود بالای C ° ۱۲۰۰است زیرا دراین دماها کریستالهای با کیفیت تری تولید می شوند.بعد از حل شدن پودر در فلاکس، مولکولهای روبی می توانند آزادانه حرکت کنند و خودشان به یک کریستال در حال رشد حمله کنند.تعدادی از تولید کننده ها کریستالهای دانه ای را در محلول غوطه ور می کنند و تعدادی به سادگی اجازه می دهند که مولکولها بطور تصادفی ترکیب شوند و یک تعداد کریستال شکل دهند.دما برای یک دوره ۱۲-۳ ماهه ابقاء می شود.سپس مواد را به آهستگی سرد می کنند (2 ° C per hour) و کریستالهای روبی را بواسطه شکستن یا حل کردن در اسید استخراج می کنند.اغلب گوهر های کریستالیزه شده در این پروسه شامل رسوبات فلاکس حل نشده هستند.
قطر کریستالها به ۰/۵-۷/۵ cm می رسد.برخی از نامهای تجاری معروف در بازار عبارتند از:
Chatham,kashan,ramaura,knischka,douros

2-Hydrothermal

در این روش ماده مغذی پودر شده یا کریستالین در انتهای یک تیوب مقاوم در برابر فشار قرار داده می شود.یک کریستال دانه ای روی یک چارچوب مفتولی نزدیک انتهای دیگر تیوب سوار می شود.یک محلول با پایه آب مناسب در تیوب قرار داده می شود و درب تیوب محکم بسته می شود. تیوب به حالت عمودی در یک اتوکلاو قرار می گیرد.هنگامیکه قسمت فوقانی اتوکلاو گرم شد قسمت پایینی تیوب از قسمت بالایی داغ تر خواهد بود.ماده مغذی حل شده بسوی دانه حرکت می کند و کریستالیزه می شود.فشار داخل تیوب می تواند بین kPa ۳۸۰۰۰۰-۸۳۰۰۰ باشد که به میزان فضای آزاد باقیمانده بعد از حل شدن حلال در داخل تیوب بستگی دارد. برخی از نامهای تجاری معروف در بازار عبارتند از:biron,lechleitner



تصاویر ناپاکیهای گوهرهای سینتتیک
(Synthetic gemstones inclusions)

Flame fusion process



Gas bubbles in the flame fusion ruby



Gas bubbles torpedo through curved striae

Flux process




Left:Uneven color distribution in a heat treated ramaura ruby
Right: Minute inclusion in a heat treated ramaura ruby

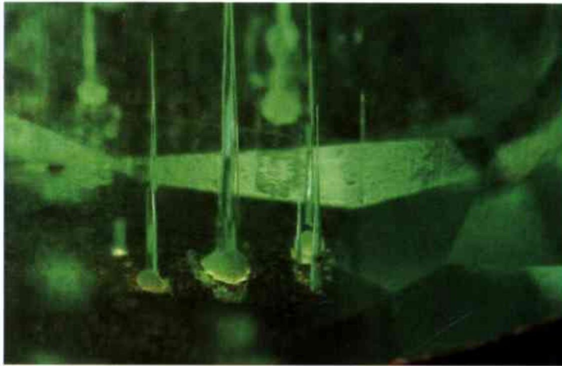



Left: Platinium plate inclusion in orange sapphire
Right: Flux inclusion in emerald




Left:Flux inclusion in ruby
Right: Flux inclusion in blue sapphire

Hydrothermal process



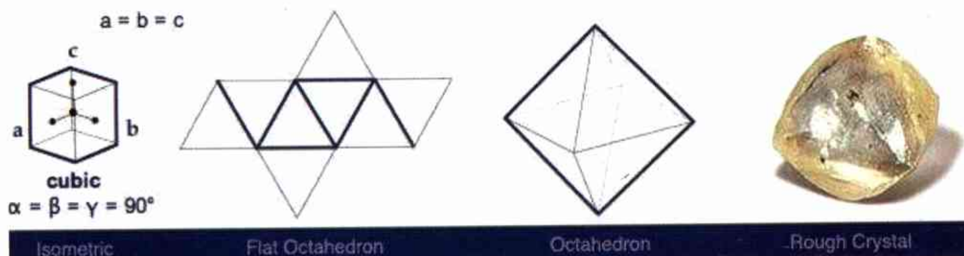
Phenakite inclusion in emerald

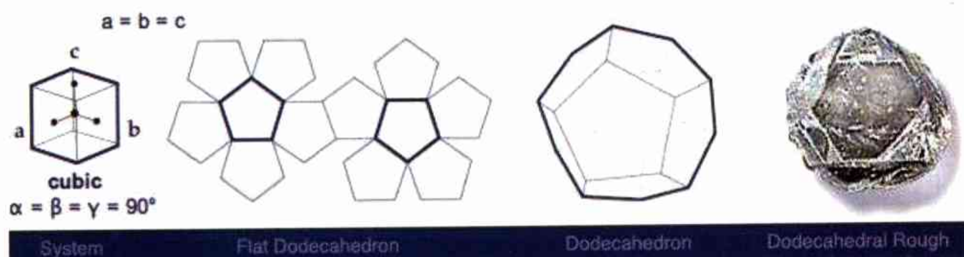


Whisky in water inclusion in emerald and blue sapphire



الماس(Diamond)





Crystal system:cubic
Chemical composition:carbon
Transparency :tp.- op.
Phenomena:none
Hardness:10
Fracture:step like
Cleavage:perfect in 4 directions
SG.:3.52
Luster:adamantine
Optic character:S.R.
RI.:2.417

Inclusions:

included crystals, feathers, clouds,pinpoints, surface and internal graining,twinning wisps.

معادن مهم: افریقای جنوبی-اتحاد جماهیر شوروی –استرالیا-زئیر-هند(تا قرن هیجدهم منبع اصلی شناخته می شد)-برزیل-نامیبیا-سیئرالئون

خصوصیات ساختاری الماس- شکل گیری الماس

الماسها زمانیکه ذخیره های کربن در معرض فشار بالا و حرارت بالا برای مدت زمان طولانی قرار گرفته اند شکل گرفته اند.در اعماق پوسته زمین نواحی وجود دارد که دارای دمای بالای کافی
(900¼C to 1400¼C) و فشار بالا(5 to 6 GPa) است که از نظر ترمودینامیکی می تواند کربن را برای شکل دهی الماس مایع کند. الماسها در زیر پوسته زمین در عمق یکصد تا دویست کیلومتری شکل می گیرند.
کلمه "diamond" که با "adamant" نیز شناخته شده است از کلمه یونانی adamas(شکست ناپذیر) مشتق شده است و به سختی بالا اشاره دارد.
بخش عمده الماس استخراج شده شامل گونه های صنعتی (boart و carbonado) است و بخش کمتری شامل گونه های با ارزش گوهری است.

انواع الماس

نوع Ia

تقریبا ۹۸% از الماسها از این نوع هستند.اینها شامل مقدار نسبتا زیادی نیتروژن هستند و از نظر رنگ از بی رنگ تا زرد کم رنگ می باشند و به اصطلاح الماسهای" cape " نامیده می شوند و طیف خطی ۴۱۵,۵ نانومتر را نشان می دهند.

نوع Ib

کمتر از یک درصد الماسها از این نوع هستند.اینها شامل مقادیر کمی از نیتروژن هستند که بصورت اتم های مجزا در سراسر سنگ پراکنده شده اند.الماسهای این نوع دارای رنگ زرد پر رنگی هستند و اغلب "canary" زرد قناری نامیده می شوند و طیف cape را نشان نمی دهند.

نوع IIa

الماسهای این نوع بی نهایت کمیاب هستند.آنها نیتروژن کافی ندارند و بهمین دلیل با روشهای فعلی نمی توان آنها را شناسایی کرد و معمولا بی رنگ هستند.

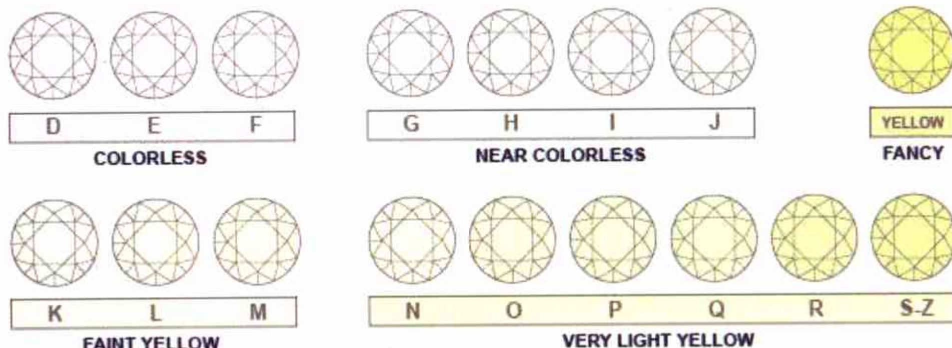
نوع IIb

این نوع نیز بی نهایت کمیاب هستند.تصور می شود که boron در این الماسها بیشتر از نیتروژن است. boron باعث هدایت جریان الکتریسته می شود.(آزمایش تشخیصی برای این نوع الماسها است) رنگ آنها آبی تا خاکستری است و بندرت بی رنگ هستند.

DIAMOND & SIMULANT COMPARISON CHART

خصوصیت	DIAMOND	MOISSANITE	CUBIC ZIRCONIA
R.I.	2.417(S.R.)	2.65 & 2.69(D.R.)	2.15+0.030 (S.R.)
S.G.	3.52	3.17-3.22	5.8-6
HARDNESS	10	9.25	8-8.5
U.V.	برخی مواقع INERT و اغلب آبی	معمولا INERT	INERT/تغییر پذیر/ سبز-زرد/زرد-نارنجی
THERMAL PEN TEST	الماس	الماس(قرائت نادرست)	SIMULANT
OTHER PROPERTIES	جلای سطحی زیاد-آب سنگ و آتش سنگ بالا- لبه های پخ تیز- ناخالصی های طبیعی الماس	ظاهر متمایل به سبز- زرد-DOUBLING اتصالات پخ ها با بزرگ نمایی	حبابهای گازی اتفاقی و ناخالصی های فلاکس مانند – صیقل و تقارن ضعیف- شکستگی صدفی و اغلب با لبه های پخ گرد.

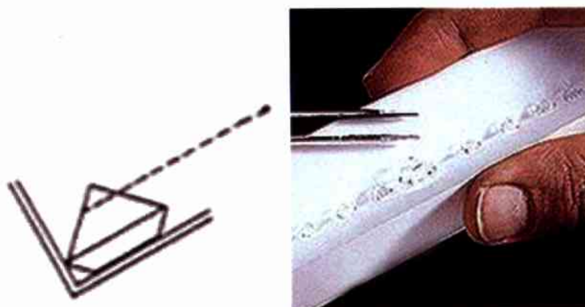
درجه بندی رنگ(COLOR GRADING)



درجه بندی رنگ به دو روش صورت می گیرد که عبارتند از:

۱- روش علمی : این روش با کمک master stones زیر یک منبع نوری با نور سفید و کاغذ سفید تا شده انجام می گیرد.

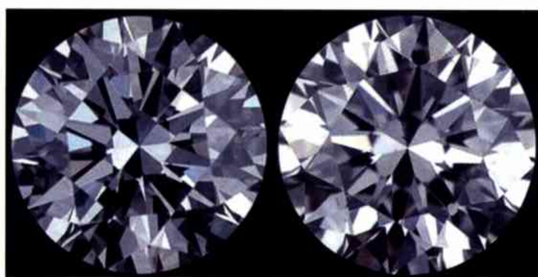
۲- روش چشمی : در این روش به یک کاغذ سفید تا شده و یک منبع نوری با نور سفید نیاز است.سنگها بصورت face down در فاصله حدود یک سانتیمتری از هم روی کاغذ قرار می گیرند.(اگر فاصله کمتر باشد رنگ سنگها برهم تاثیر می گذارند.)گوهر شناس کاغذ را بین انگشتان دست در فاصله پانزده سانتیمتری نسبت به منبع نوری نگه می دارد.حال دو روش برای درجه بندی وجود دارد.روش اول اینست که به سنگ از پهلو نگاه کند در حالیکه بروی نیمه بالایی پخهای خیمه بسمت کیولت متمرکز است.روش دیگر اینست که شخص از بالا مستقیما به کیولت و کل خیمه نگاه کند.این روش برای همه سایزها و نیز سنگ هایی که دارای ناپاکی زیادی هستند بکار برده شده است.در مورد سنگهای با اشکال به غیر از گرد شخص باید از بخشهای مختلفی که این سنگها دارند سنگ را بررسی کند.



زاویه ای که کاغذ باید نگه داشته شود.

(GIA DIAMOND CLARITY SCALE)مقیاس ناپاکیهای الماس

FL **Flawless**	خیلی کمیاب هستند (کمتر از یک در پنج هزار)	سنگهای این گروه از هر گونه ناپاکی داخلی و خارجی تحت بزرگ نمایی ۱۰ برابر مبرا میباشند.
IF **Internally Flawless**	کمتر از سه درصد الماسها را در بر می گیرد.	سنگهای این گروه تحت بزرگ نمایی ۱۰برابر فاقد ناخالصی درونی بوده و فقط ناخالصی بیرونی قابل مشاهده دارند.
VVS1 **VVS2** **Very, Very Slightly Included**	VVS1: ناپاکیهای درونی این رده فقط از پاویلیون و بسختی قابل مشاهده است. VVS2: ناپاکیهای درونی این رده از تاج قابل مشاهده است.	ناپاکیهای درونی تحت بزرگ نمایی ۱۰برابر بسختی قابل مشاهده است.ناپاکیهای زیر را می توان یافت: Internal graining, scattered pinpoints, faint clouds, slightly bearded girdles, tiny feathers, chips, and bruises.
VS1 **VS2** **Very Slightly Included**	ناپاکیها با چشم غیر مسلح دیده نمی شود.	ناپاکیهای کوچک و به تعداد کم تحت بزرگ نمایی ۱۰برابر به وضوح دیده می شود که می توان به موارد زیر اشاره کرد: small included crystals and feathers, distinct clouds, and groups of pinpoints.
SI1 **SI2** **Slightly Included**	SI1: ناپاکیهای این رده اغلب با چشم غیر مسلح دیده نمی شود. SI2: ناپاکیهای این رده اغلب با چشم غیر مسلح دیده می شود.	ناپاکیها تحت بزرگ نمایی ۱۰برابر بطور قابل توجه ای دیده می شود واین ناپاکیها معمولا در مرکز سنگ قرار دارند.
I1 **I2** **I3** **Included**	I3: ناپاکیهای این رده روی دوام سنگ تاثیرگذارند.	ناپاکیها با چشم غیر مسلح دیده می شود و روی موارد زیر تاثیر می گذارد: transparency و brilliance



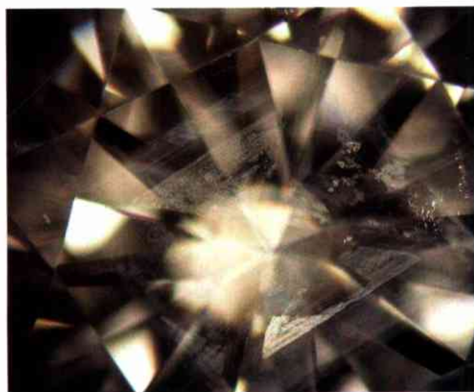
vvs2 vs1

Diamond Cloud Inclusion

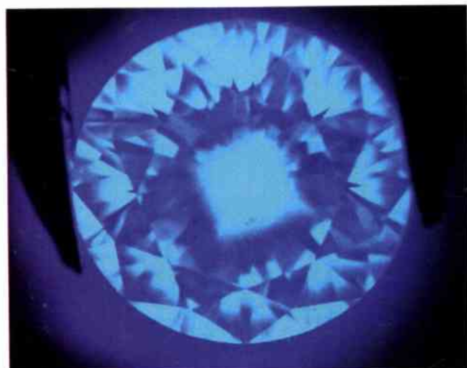


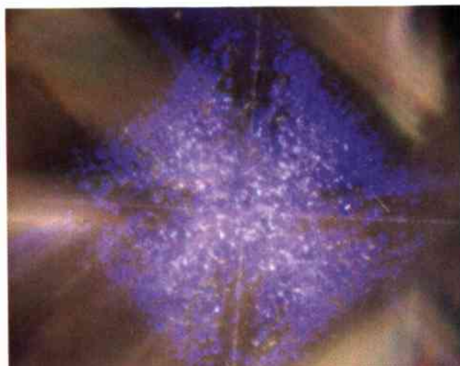






Diamond Cloud Inclusion Under U.V. Light





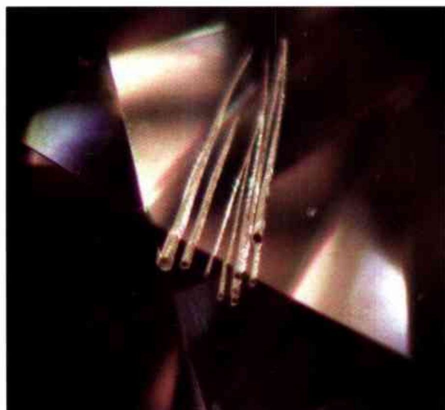
Feather





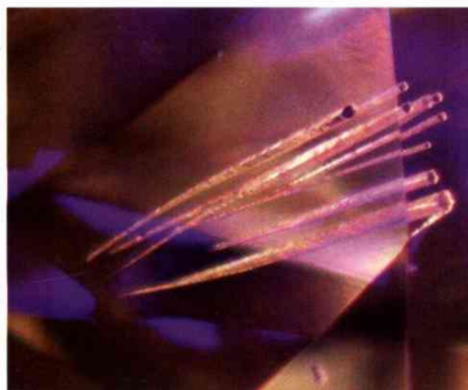



Growth tubes



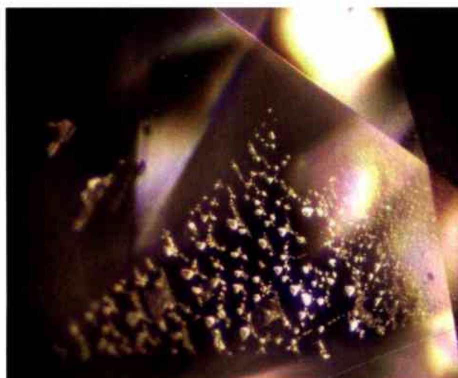






knots



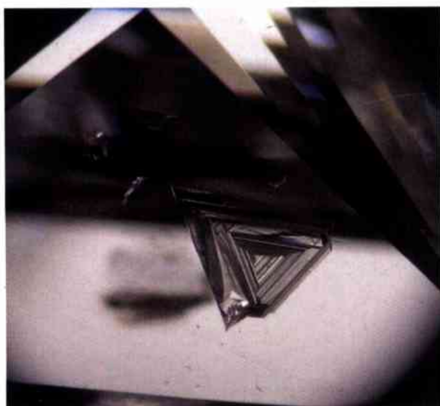


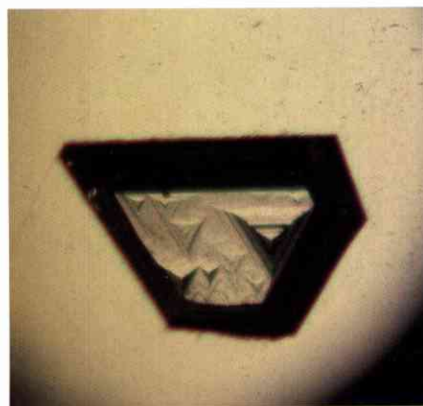
Twinning wisps





Indented natural

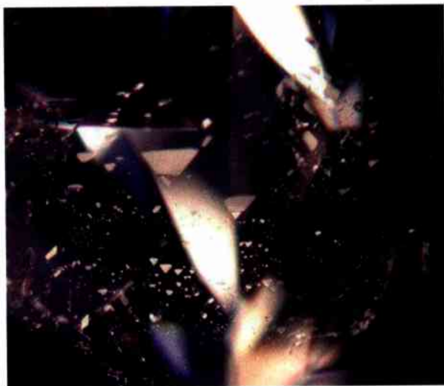






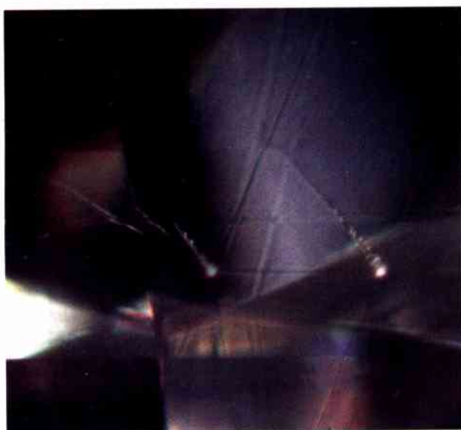


Diamond grain center





Internal laser drilling





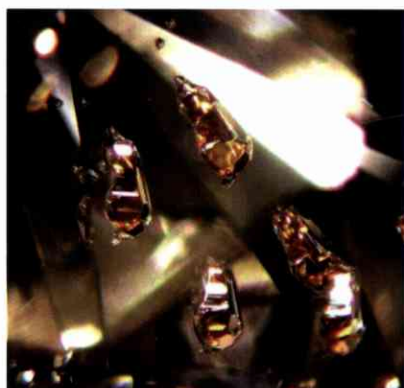
Diamond surface graining



Included crystal









Lizard skin





پلات کردن(PLOTTING)

Plot به معنی رسم ناخالصی ها است که دارای شرایطی می باشد که عبارتند از:

۱-هر ناخالصی که بصورت face up از روی تاج دیده شود بروی نمودار تاج رسم می شود.

۲-ناخالصی که به سطح خیمه رسیده و از روی تاج مشاهده نمی شود بروی خیمه رسم می شود.

۳-اگر ناخالصی از روی تاج به خیمه یا برعکس امتداد داشته باشد باید بروی هر دو نمودار رسم شود.

لازم به ذکر است که کارشناسان برای نشان دادن ناخالصی ها از رنگهای مختلف استفاده می‌کنند:

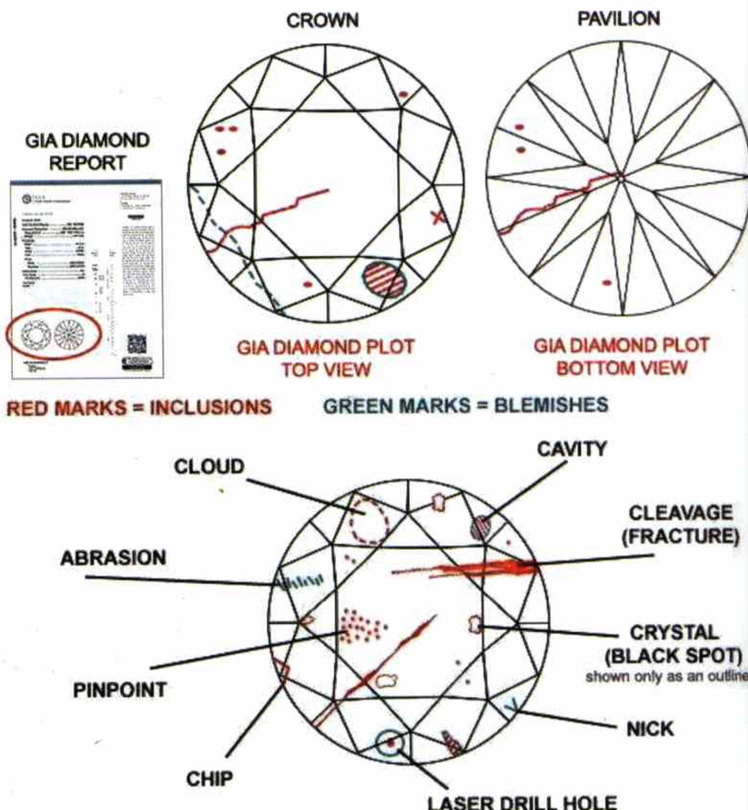
۱-رنگ سبز: برای نمایش ناخالصی های بیرونی

۲-رنگ قرمز: برای نمایش ناخالصی های درونی

۳-رنگ مشکی : برای نمایش natural و نیز رسم چنگها در سنگ سواره

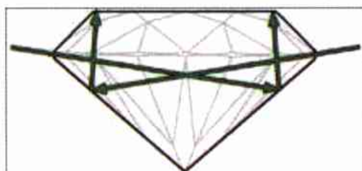
۴-ترکیبی از قرمز و سبز: برای نمایش ناخالصی هایی مانند laser drilling,cavity,knot

Blemishes		
Polish lines		PL
Scratch		S
Surface Graining		SGr
Inclusions		
Bruise		Br
Feather		Ftr
Internal graining		IntGr
Twinning wisp		W
Grain center		GrCnt

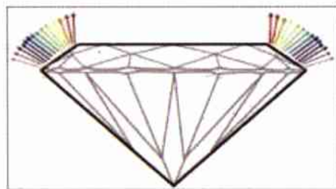


سندان(The Table)

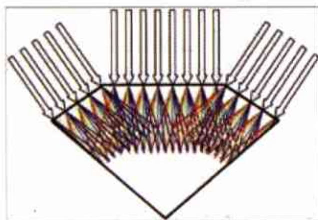
سندان مهمترین پخ تک روی الماس است.اگر اندازه آن خیلی بزرگ باشد باعث می شود اندازه سایر پخهای تاج کاهش یابد درنتیجه نواحی که در آن دیسپرژن اتفاق می افتد تقلیل می یابد.اگر آن خیلی کوچک باشد مقدار نور ورودی به سنگ محدود می شود و دیسپرژن کاهش می یابد.حتی با زاویه مناسب روی قسمت تحتانی الماس سندان بزرگ می تواند منجر به پدیده چشم ماهی شود.

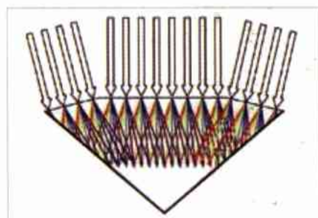


با زاویه خیمه مناسب سندان بزرگ منجر به پدیده چشم ماهی می شود.



نواحی که در آن دیسپرژن اتفاق می افتد بدلیل سندان بزرگ محدود شده و اندازه سایر پخهای تاج کاهش یافته است.

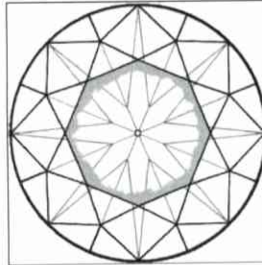




سنگ بالایی زوایه ۳۴/۵ درجه دارد و مقدار دیسپرژن بیشتری در مقایسه با سنگ پایینی که دارای تاج تختی است نمایش می دهد.پیکانها نشانگر نور سفید است.

چشم ماهی(Fish-eye)

پدیده چشم ماهی انعکاس کمربند است که در داخل سندان دیده می شود.زمانیکه نور از میان کمربند حرکت می کند و از یک زاویه خیمه تخت (عمق خیمه کم ۳۸-۳۵%) بازتابیده می شود تصویر کمربند بصورت یک حلقه خاکستری به لبه سندان منتقل می شود.



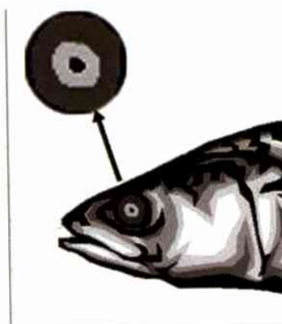
پدیده چشم ماهی انعکاس کمربند است که در داخل سندان دیده می شود.



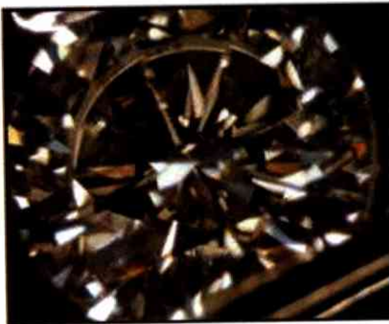
یک چشم ماهی ظریفتر با سندان کمی کوچکتر اما هنوز کاملا آشکار است.



یک چشم ماهی بزرگ در داخل سندان بزرگ.سندان بزرگتر چشم ماهی را آشکارتر می کند.



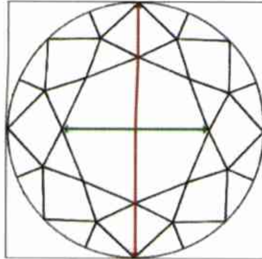
یک چشم ماهی واقعی



با حاشیه گذاشتن پدیده چشم ماهی آشکار می شود.

اندازه گیری سنَدان(Measuring Table Size)

روش مستقیم اندازه گیری با تیبل گیج است .این وسیله به مقیاس میلی متر مدرج شده است و هر میلیمتر آن هم به ۱۰ قسمت تقسیم شده است.



خط سبز نشانگر میانگین اندازه سندان حداقل از دو جهت است و خط قرمز نشانگر میانگین قطر سنگ است.میانگین اندازه سبز برمیانگین اندازه قرمز تقسیم می شود تا درصد سندان معلوم شود.



table gauge

برای مثال:

قطر سنگ : ۶/۲۴ و ۶/۳۲

میانگین قطر سنگ: ۶/۲۸=۰/۵×(۶/۲۴+۶/۳۲)

قطر سندان: ۳/۴۷ و ۳/۴۵

میانگین قطر سندان: ۳/۴۶

۳/۴۶÷ ۶/۲۸=۰/۵۵۰۹۵

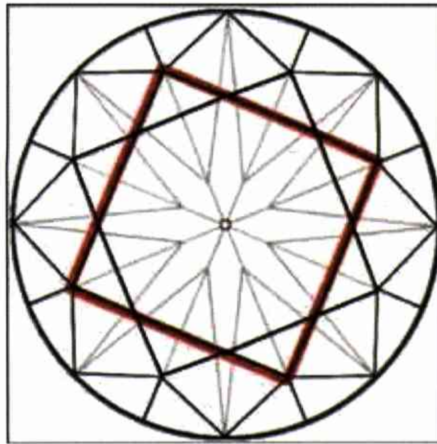
۰/۵۵۰۹۵×۱۰۰=%۵۵

اندازه گیری سندان به روش قوس یا کمان

(The Table Percentage Bowing Method)

با صفحات استار که دارای برش مناسب هستند یک سندان ۶۰% یک مربع بی نقص را شکل می دهد.بررسی این مربع می تواند در تخمین اندازه سندان موثر باشد.

وقتی که قوس اضلاع مربع به داخل باشد اندازه سندان کمتر از ۶۰% است و چنانچه قوس اضلاع مربع به بیرون باشد اندازه سندان بیشتر از ۶۰% است.



یک سندان ۶۰% یک مربع بی نقص را شکل می دهد.



در این سندان بزرگ قوس اضلاع مربع کمی به بیرون است.

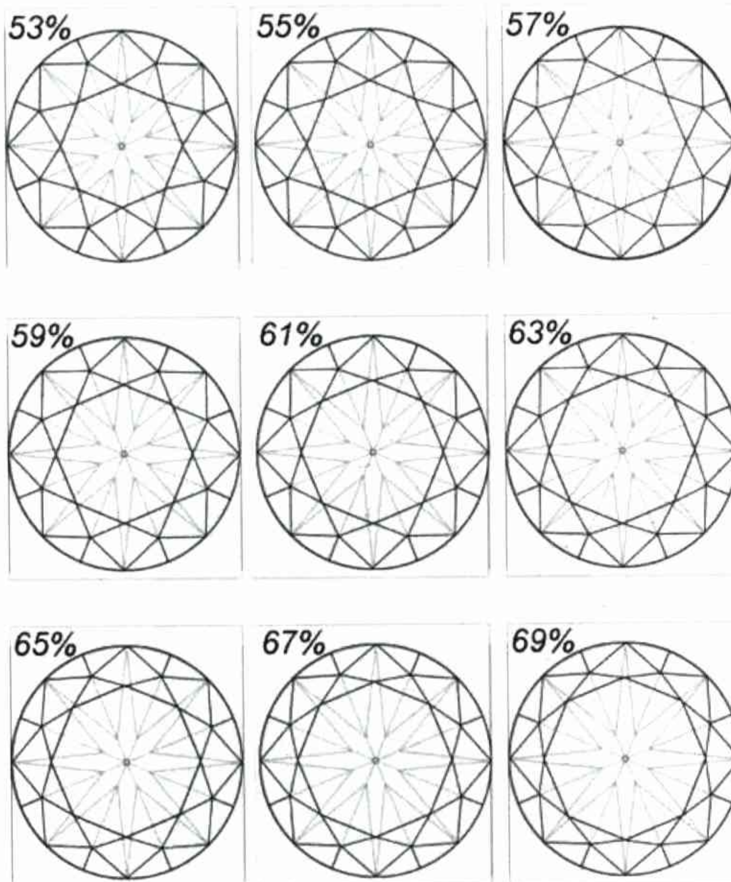
اگر خم شدگی به سمت داخل قابل توجه باشد سندان حدود ۵۳ درصد است.

اگر خم شدگی به سمت داخل خیلی کم باشد سندان حدود ۵۸ درصد است.

اگر خم شدگی نداشته باشد سندان حدود ۶۰ درصد است.

اگر خم شدگی کمی به سمت بیرون باشد سندان حدود ۶۳ درصد است.

اگر خم شدگی بطور قابل توجه به سمت بیرون باشد سندان حدود ۶۷ درصد است.

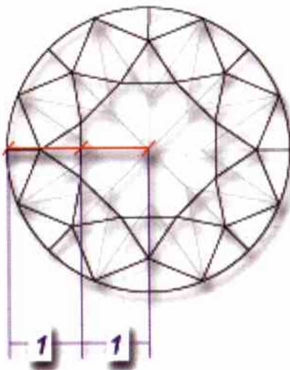


اندازه گیری سندان به روش نسبیت

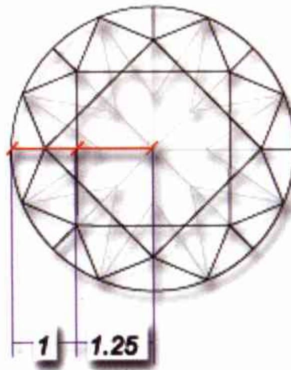
(The Table Percentage Ratio Method)

در این روش سنگ را بصورت فیس آپ با بزرگ نمایی ۱۰ برابر زیر نور دارک فیلد نگاه می کنند بطوریکه بتوان کیولت را در وسط سنگ مشاهده کرد.اگر سنگ دارای کیولتی خارج از مرکز باشد باید آنرا کمی بطرف مرکز کج کرد.سپس خطی از لبه کمربند تا صفحه استار و خطی دیگر از صفحه استار تا مرکز سندان رسم می شود.حال این دوقسمت را با هم مقایسه می کنند که اگر این دو دارای طول مساوی باشند نسبت یک به یک خواهند داشت.هرچه سندان بزرگتر باشد فاصله صفحه استار تا مرکز سندان بیشتر خواهد شد که اگر این فاصله نسبت به قسمت لبه کمربند تا صفحه استار به دو برابر برسد نسبت دو به یک می شود.

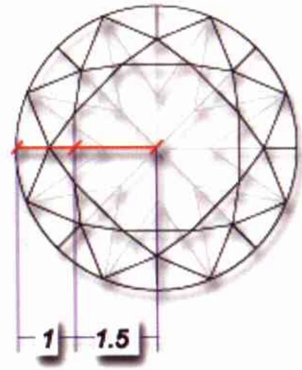
1:2 72% (F) - 1:1.75 69% (G) - 1:1.5 65% (VG) - 1:1.25 60%(EX) - 1:1 54%(EX)



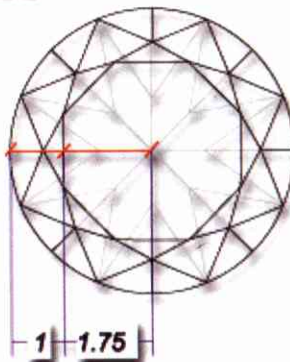
54%



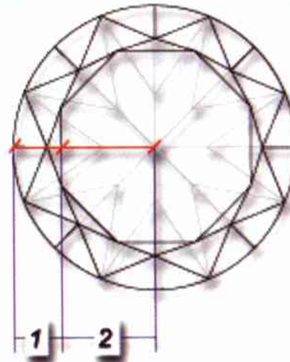
60%



65%



69%



72%

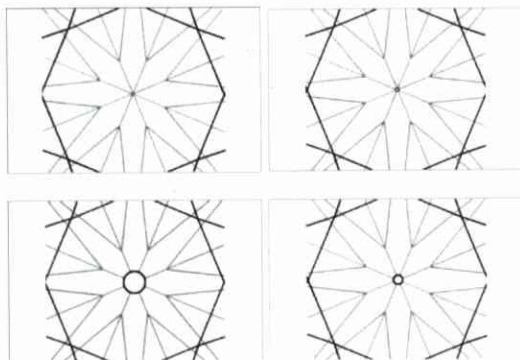
کیولت(The Culet)

نوک خیمه(کیولت) بطور معمول دارای سطح بسیار کوچکی است که بصورت موازی با سندان تراشیده می شود و بمنظور جلوگیری از خراش و شکستگی سنگ است. از آنجائیکه قسمتی از پرتوهای نور که بصورت عمود بر نگین تابیده می شود می توانند بدون شکستن در داخل سنگ از آن عبور کنند بنابراین می بایست کوچک تراشیده شود. اگر کیولت خیلی بزرگ باشد بر زیبایی و درنتیجه قیمت سنگ تاثیر می گذارد.

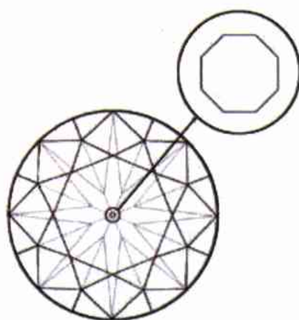
جهت مشاهده کیولت سنگ را بصورت فیس آپ با بزرگ نمایی ۱۰ برابر نگاه می کنند حال اگر منطقه کیولت حالت چشمک زن داشته باشد به این معنی است که سنگ دارای کیولت است و در غیر اینصورت دارای کیولت نیست.چنانچه یک منطقه سفید رنگ دیده شود نوک کیولت نقطه ای یا تیز(بدون سطح) بوده است که نوک آن بخاطر بی دقتی توسط وسایل گوهر شناسی ساییده شده است.بطور معمول هرچه کیولت بزرگتر باشد برش کیفیت پایینتری دارد و اگر کیولت بسیار بزرگ باشد یک منطقه سیاه رنگ را بوجود می آورد.

تشخیص اندازه نوک خیمه از طریق درون سندان:

1- pointed(none or non): نوک خیمه تیز است.
2- very small culet: بسختی با بزرگ نمایی ۱۰ برابر قابل دیدن است.
3- small culet: با بزرگ نمایی ۱۰ برابر قابل دیدن است.
4- medium culet: با بزرگ نمایی ۱۰ برابربراحتی قابل دیدن است.ممکن است شکل هشت گوش دیده شود.
5- slightly large: با بزرگ نمایی ۱۰ برابرخیلی قابل توجه است اما بسختی با چشم غیر مسلح دیده می شود.
6- large culet: با چشم غیرمسلح قابل رویت است.
7- very large culet: با چشم غیرمسلح براحتی قابل رویت است.
8- extremely large culet: با چشم غیرمسلح شکل هشت گوش به وضوح قابل رویت است.



در جهت عقربه های ساعت از چپ بالایی: Pointed (none), small, medium and large

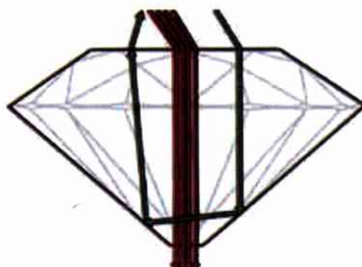




یک منطقه سفید رنگ دیده می شودو بیانگر آن است که نوک کیولت نقطه ای یا تیز بوده است که بخاطر بی دقتی توسط وسایل گوهر شناسی ساییده شده است.



این کیولت بزرگ با چشم دیده می شود.



پیکانهای قرمز نشانگر خروج نور از کیولت خیلی بزرگ است در حالیکه پیکان سبز رنگ نشانگر نوری است که یک چرخش کامل درون سنگ دارد.

ارتفاع تاج(Crown Height)

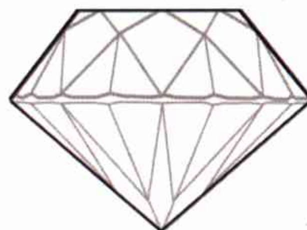
در برش برلیان ارتباط مستقیمی بین ارتفاع تاج و اندازه سندان وجود دارد.در سنگی که زاویه تاج ۳۵/۵ درجه است اگر ارتفاع تاج کوتاه باشد سندان بزرگ خواهد شد و یا برعکس.از طرف دیگر اگر زاویه تاج بزرگ شود سندان هم بزرگتر می شود.(البته اگر ارتفاع تاج ثابت بماند)



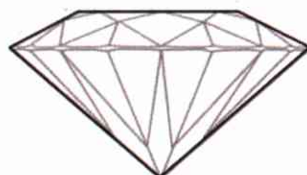
در این سنگ زاویه تاج ۳۴/۵ درجه و اندازه سندان ۵۳% است که باعث ارتفاع مناسب تاج می شود.



زاویه تاج خیلی بالاست در حدود ۴۱ درجه و اندازه سندان ۵۳% است که تاثیر منفی بر ارتفاع تاج گذاشته است.



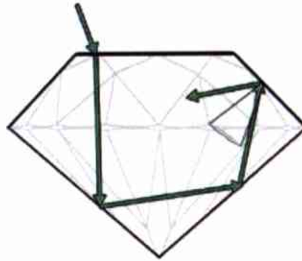
زاویه تاج ۵۱ درجه است و اندازه سندان همان ۵۳% است ولی اندازه مناسب سندان هم نمی تواند از تاثیر بد زاویه بزرگ تاج بکاهد.



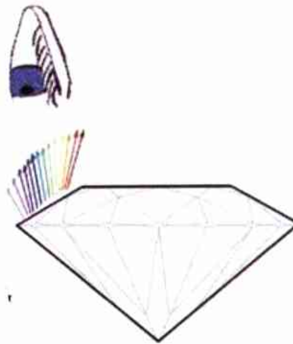
زاویه تاج ۲۶ درجه از دیسپرژن می کاهد.

زاویه تاج(Crown Angle)

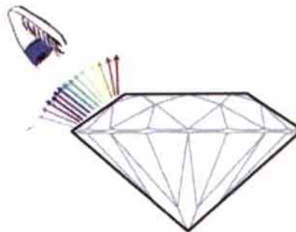
زاویه مناسب تاج ۳۴/۵ درجه است.این زاویه در میزان براقی سنگ و دیسپرژن آن تاثیر دارد چرا که بر ورود و خروج نور تاثیر گذار است.در زاویه ۳۴/۵ درجه میزان دیسپرژن حداکثر است.



بدلیل زاویه تاج بزرگ نور به داخل سنگ بازتابیده می شود.توجه داشته باشید که زاویه تاج بزرگ باعث می شود که نور خارج (۲۴/۵ درجه) از زاویه حد قرار گیرد.



در ۳۰ درجه میزان دیسپرژن کمتر است و فقط می تواند در جهت محدودی دیده شود.

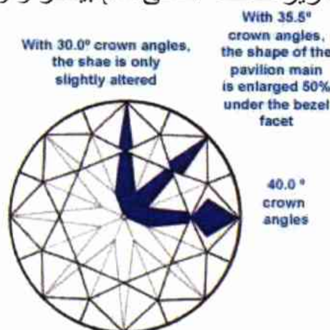


در ۳۴/۵ درجه میزان دیسپرژن بیشتر است بنابراین از جهت های زیادی راحت تر دیده می شود.

تخمین زاویه تاج به روش صفحه اصلی خیمه

(The Pavilion Main Method)

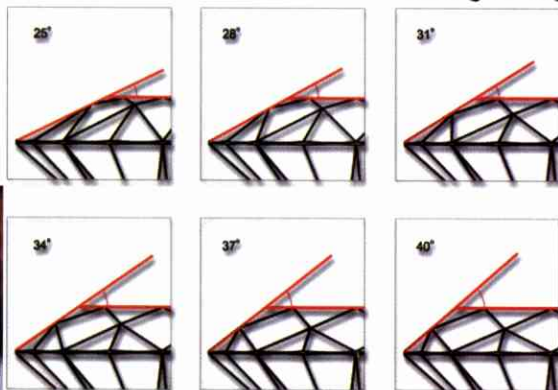
تشخیص زاویه تاج با نگاه کردن عمود بر صفحات خیمه از طریق سندان امکان پذیر است.برای این کار یکی از صفحات اصلی خیمه را در نظر می گیریم اگر خطوط خارجی صفحه اصلی خیمه در زیر سندان به خطوط همان صفحه در زیر صفحه تاج وصل باشد زاویه تاج در حدود ۲۵ درجه است در حالیکه اگر زاویه تاج بیش از ۳۰ درجه باشد این خطوط در زیر سندان و صفحه تاج از هم جدا می باشند بدین معنی که این خطوط در زیر صفحه سندان بنظر پهن تر از زیر صفحه اصلی تاج می باشند بعبارت دیگر هر چه زاویه تاج بزرگتر باشد جدایی خطوط صفحه خیمه زیر سندان با خطوط زیر صفحه اصلی تاج بیشتر و واضح تر است.



تخمین زاویه تاج به روش پروفایل

در این روش سنگ را بین پنس قرار می دهیم و سپس یک خط فرضی بصورت ۹۰ درجه با صفحه کمربند در نظر می گیریم.این زاویه ۹۰ درجه را می توان به سه قسمت تقسیم کرد.اگر زاویه ایده آل و ۳۴/۵ درجه باشد باید مقداری از ۱/۳ بیشتر باشد و اگر پایینتر از ۱/۳ باشد یعنی از ۳۰ درجه کمتر است.





عمق خیمه(Pavilion depth)

عمق خیمه و درصد آن در براقی سنگ بسیار موثر است چرا که اگر خیمه با زاویه ایده آل برش خورده باشد صفحات آن مانند آیینه عمل کرده و نور وارد شده به سنگ را به طرف سندان منعکس می کنند.

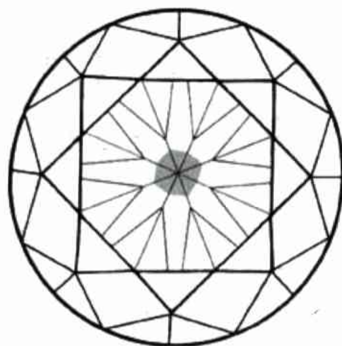
تخمین عمق خیمه از طریق بازتاب سندان(Table Reflection Method)

زمانیکه از سندان به درون سنگ نگاه می کنیم در مرکز سنگ یک منطقه تاریک دیده می شود که این تاریکی می تواند کوچک یا بزرگ بوده تا جاییکه تمام محیط سندان را بپوشاند.این تاریکی انعکاس خود سندان است که در درون سنگ بصورت نقطه تاریکی بوجود آمده است.میزان این تاریکی به عمق خیمه بستگی دارد.هرچه درصد عمق خیمه بیشتر باشد سایه سندان هم بزرگتر می شود.بهترین درصد سایه در حدود ۳۰ درصد کل محیط سندان و یا تقریبا ۱/۳ محیط کل سندان است که نشان دهنده ۴۳ درصد عمق خیمه است.

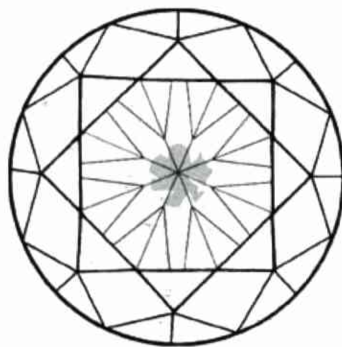
الماس با عمق بیشتر از ۴۸ درصد در مرکز تاریک دیده می شود. در عمق ۵۰ درصد یا بیشتر تاریکی تمام سندان در تمام صفحات ستاره ای هم ادامه پیدا می کند که این مسئله باعث تاریکی الماس می شود.

با عمق خیمه زیر ۴۱ درصد انعکاس سندان بسیار کوچک بوده و در این هنگام انعکاس کمربند هم قابل رویت است.

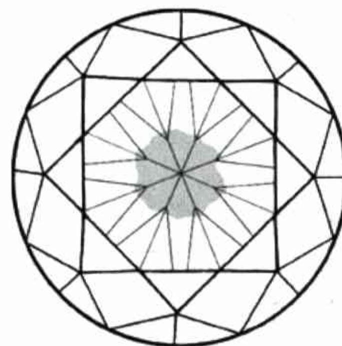
عمق خیمه	تاریکی انعکاس سندان
%39-40	دارای عمق کم
%41-42	1/4
%43	1/3
%44/5	1/2
%45/5	2/3
%47	3/4
%49 و بیشتر	تمام سندان



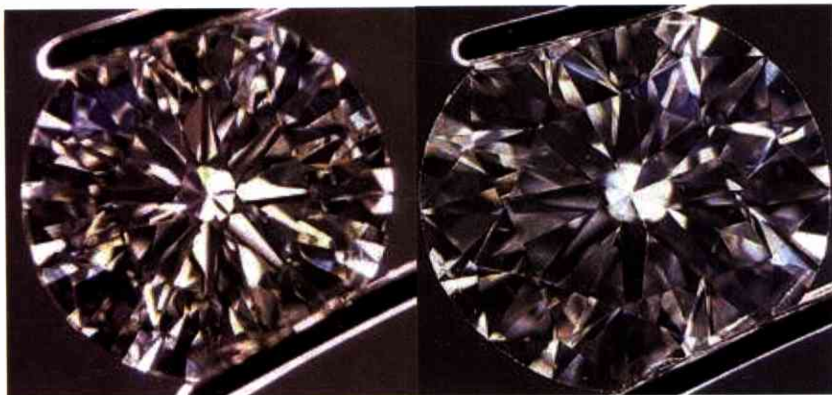
تخمین درحدود 42.5% pavilion depth



انعکاس ایده آل ، تخمین در حدود 43% pavilion depth



تخمین در حدود 45% pavilion depth



42%pavilion depth تخمین در حدود

42.5%pavilion depth تخمین در حدود



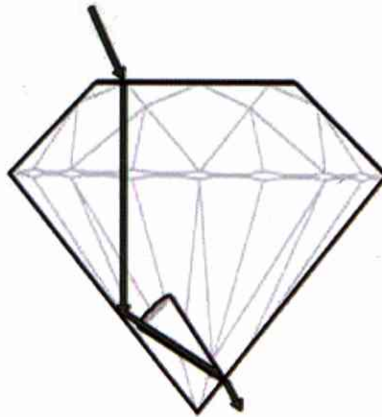
43 % pavilion depth تخمین در حدود

43.5 % pavilion depth تخمین در حدود



45% pavilion depth تخمین در حدود

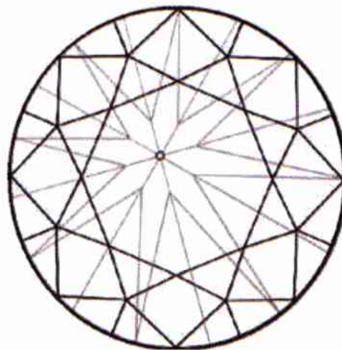
زاویه خیمه(Pavilion Angle)



در شکل بالا با زوایای خیمه تند، نور بعد از اولین بازتاب خارج می شود.توجه کنید که زاویه انتشار داخل ۲۴/۵ درجه(زاویه حد) قرار می گیرد.زاویه خیمه مناسب ۴۰/۷۵ درجه است.



زوایای خیمه نابرابر هستند که می تواند باعث تقارن ضعیف شود.



یک کیولت خارج از مرکز بدلیل زوایای خیمه نابرابر و یا عمق خیمه نابرابر

تخمین زاویه خیمه (Estimating Pavilion Angle)

این کار با توجه به عمق خیمه انجام می گیرد.

Pavilion depth	**Pavilion angle**
37.5%	37.0°
38.0%	37.4°
38.5%	37.8°
39.0%	38.0°
39.5%	38.4°
40.0%	38.8°
40.5%	39.0°
41.0%	39.4°
41.5%	39.8°
42.0%	40.0°
42.5%	40.4°
43.0%	40.8°
43.5%	41.0°
44.0%	41.4°
44.5%	41.8°
45.0%	42.0°
45.5%	42.4°
46.0%	42.8°
46.5%	43.0°
47.0%	43.4°
47.5%	43.8°
48.0%	44 .0°
48.5%	44.4°

نکاتی درباره کمربند

:Bruted Girdle

یک کمربند خاکستری خوب باید ظاهر مات داشته باشد.همچنین تعدادی از کمربندها بدون اینکه عمل پخ دار کردن بر رویشان انجام شده باشد صیقل داده می شوند که تراشکار این کار را با کاهش فشار الماس صنعتی بر روی کمربند نمونه گوهر انجام می دهد.



الماس صنعتی که به انتهای میله ای الصاق شده است با دست نگه داشته شده و نمونه گوهری در حال چرخش است.مقدار فشار وارده باعث a bearded girdle یا a burnished girdle می شود.



A bruted girdle which is light gray in appearance.

:Faceted Girdle

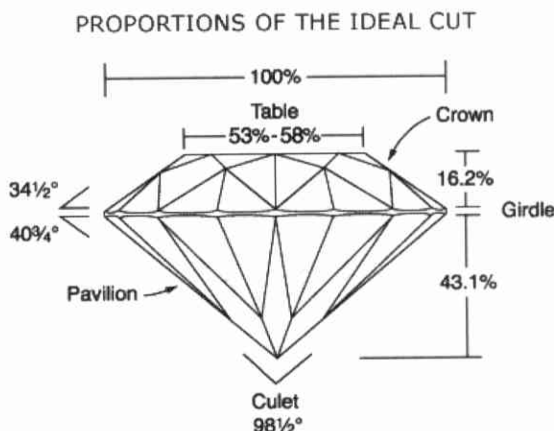


در مورد سنگهای با اشکال فانتزی و کمربند خیلی ضخیم تا بینهایت ضخیم خیلی رایج است.

این عمل نیاز به کار بیشتر ازجانب تراشکار دارد و باعث می شود تا مقدار کمی آب سنگ و آتش آن افزایش یابد.با این کار دیدن پدیده چشم ماهی راحتتر می شود.

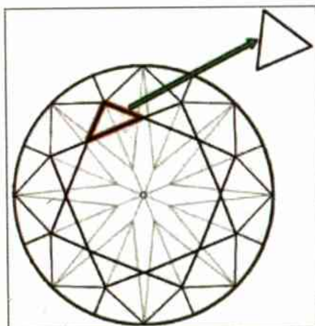
نکاتی درباره تراش

تناسب تراش مناسب(Proportions Of The Ideal Cut)



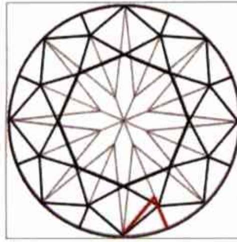
شکل استار مناسب(Ideal Star Shape)

یک صفحه استار مناسب دارای اضلاع متساوی است.اگر استارها بلند باشند این امر باعث خواهد شد که اندازه سندان کوچکتر تخمین زده شود و اگر استارها کوتاه باشند یک قوس بسمت بیرون اتفاق خواهد افتاد که باعث می شود اندازه سندان بزرگتر تخمین زده شود.

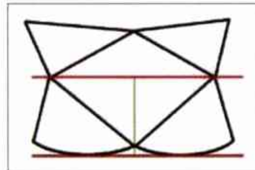


یک صفحه استار مناسب با اضلاع متساوی

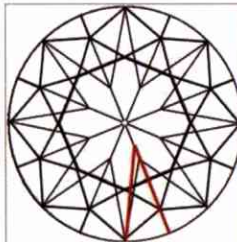
(Upper & Lower Girdle Facet Height)ارتفاع پخ بالا و پایین کمربند



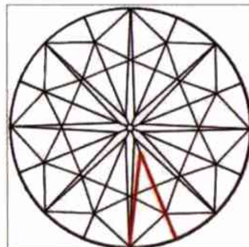
With upper girdle facets too low, the kite shapes are odd in appearance and create elongated star facets. The proper height is in red.



Upper girdle facets should be slightly more than 50% in height for the proper kite shape appearance.



When the lower girdle facets are too low, it reduces center brilliance and gives the appearance of an older cut. The red facet is the proper height.



When the lower girdle facets are too high, they lose their attractive shape and reduce the size of the important pavilion main facets.The red facet is the proper height.

جدول اطلاعات گوهرها (THE GEMSTONE INFORMATION CHART)

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Alexandrite	N	None	----	----	Normal	
Amazonite	E or W	Impregnated with a colorless wax, paraffin or oil to improve appearance	Usually	Good to Fair	Special	Avoid heat, chemicals and ultrasonic
	I	Impregnated with plastic and other hardened resins to improve appearance	Usually	Very Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
Amber	E or H	Heated to improve appearance and "sun spangles," or deepen color	Usually	Very Good to Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
	D	Dyed or surface treated to add color	Rarely	Variable	Special	Avoid repolishing surface, chemicals and ultrasonic
Amethyst	E or H	Heated to lighten color and/or to remove "smokey" components	Occasionally	Excellent	Special	Some unheated material may fade in long exposure to sunlight
Ametrine	N	None	----	----	Normal	
Ammolite	I	Impregnated with colorless hardened substances to increase stability	Usually	Good to Fair	Special	Avoid heat, household chemicals and ultrasonic
Andalusite	N	None	----	----	Normal	
Aquamarine	E or H	Heated to remove yellow component, thereby producing a pure blue color	Usually	Excellent	Normal	
Beryl Blue ("Maxixe" Type)	R	Irradiated blue from pale pink to colorless	Always	Poor	Extra Special	Color fades, avoid light and heat
Pink	E or H	Heated to remove yellow component, thereby producing a purer pink color	Commonly	Excellent	Normal	
Yellow-Green	N	None	----	----	Normal	
Red	E or O	The penetration of colorless oil and resins into fissures to improve appearance	Commonly	Very Good to Fair	Special	Avoid high temperatures, steam cleaning, chemicals and ultrasonic
Yellow	R	Produced by irradiation	Usually	Variable	Normal/special depending on method	Certain stones may fade in light or heat

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Chalcedony Agate	D	Dyed	Usually	Excellent to Good	Normal	
Black (Onyx)	D	Dyed	Always	Excellent to Good	Normal	
Banded	D	Dyed	Usually	Excellent	Normal	
Blue	D	Dyed	Commonly	Good to Fair	Special	Certain stones may fade in light or heat
Green	D	Dyed	Usually	Good to Fair	Special	Certain stones may fade in light or heat
Carnelian	E or H	Heated to produce color	Usually	Excellent	Normal	
	D	Dyed to produce color	Occasionally	Excellent to Good	Special	Certain stones may fade in light or heat
Jasper	D	Sometimes dyed to imitate other stones	Occasionally	Excellent	Normal	
Chrysoprase	N	None	----	----	Normal	
Chrysoberyl Cat's Eye	R	Irradiated to change color	Occasionally	Excellent	Normal	For safety requirements, if neutron irradiated, refer to code letter "R" page 105
Transparent Varieties: Yellow	N	None	----	----	Normal	
Brown	N	None	----	----	Normal	
Green	N	None	----	----	Normal	
Citrine	E or H	Produced by heating various types of quartz	Usually	Excellent	Normal	
Coral Black	N	None	----	----	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
White	E or B	Bleached	Commonly	Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic, material may discolor in time

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Coral (continued)						
Pink	E or W	Impregnated with colorless wax	Commonly	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
Orange	I	Stabilized with plastic to improve color and durability	Commonly	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
"Gold"	B	Bleached from black coral	Usually	Very Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
Red	D	Dyed	Occasionally	Variable	Special to extra special depending on type of dye	Certain materials may fade in light or heat. Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
Diamond						
Colorless to faint yellow	L	Laser drilled to improve appearance	Occasionally to commonly	Very Good	Normal	
	C	Coated to disguise off-color	Rarely	Very Good to Poor Depending on Method	Variable	Recutting, steam cleaning, ultrasonic and occasionally alcohol may adversely affect color and appearance
	F	Filling of surface cavities or fractures with a hardened substance	Occasionally	Very Good	Special	Recutting or extreme heat may remove filling material
	HP	Use of heat with pressure to alter color and/or clarity	Rarely	Unknown	Normal	
Colored	L	Laser drilled to improve appearance	Occasionally	Very Good	Normal	
	F	Filling of surface cavities or fractures with a hardened substance	Rarely	Very Good	Special	Recutting or extreme heat may remove filling material
	R	Irradiated and/or heated to induce "fancy" colors	Occasionally	Excellent to Very Good	Normal except green	Avoid heating treated green stones as the color may change. Some green stones have been radium irradiated for safety requirements; refer to the NRC
	C	Coated to "fancy" colors	Rarely	Fair to Poor	Special	Recutting, steaming and ultrasonic may adversely affect color and appearance

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Diamond, Colored (continued)	H	Use of heat to alter color	Rarely	Unknown	Normal	
Diopside (Chrome)	N	None	----	----	Special	Avoid sudden temperature changes and harsh chemicals
Emerald	E or O	The penetration of colorless oil, wax and resins into fissures to improve appearance	Usually	Very Good to Fair	Special	Avoid sudden temperature changes, steaming, chemicals and ultrasonic
	D	Dyed with color agents	Occasionally	Variable	Special	Avoid sudden temperature changes, steaming, chemicals and ultrasonic
Garnet Almandite	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Demantoid	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Grossularite	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Pyrope	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Rhodolite	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Spessartite	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Tsavorite	N	None	----	----	Normal	Avoid sudden temperature change
Hematite	N	None	----	---	Normal	
Iolite	N	None	----	----	Normal	
Ivory & Bone	E or B	Bleached to whiten and remove discoloration	Commonly	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic, may discolor in time
	D	Dyed for artistic purposes	Occasionally	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic, may discolor in time

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Ivory & Bone (continued)	W	Impregnated with colorless paraffin wax	Occasionally	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic, may discolor in time
Mammoth (Ivory)	I	Impregnated with colorless hardened substances to increase stability	Commonly	Good	Normal	
Jade Jadeite	E or W	Coated with colorless wax	Commonly	Fair	Normal to Special	Avoid ultrasonic
	B or W	Two-step bleaching and wax impregnation	Rarely	Poor	Special	Avoid heat, chemicals and ultrasonic
Green, White and Purple	B and S	Two-step bleaching and polymer impregnation	Commonly	Very Good to Good	Special	Avoid heat, chemicals and ultrasonic
	D	Dyed to imitate natural colors	Occasionally	Variable	Special	Avoid strong light, chemicals and ultrasonic, may discolor in time
Nephrite	D	Dyed selectively to alter color for artistic purposes in carvings	Rarely	Unknown	Special	Avoid chemicals, ultrasonic and strong light
Kunzite	E or H	Heated to improve color from certain locations	Commonly	Fair	Special	Natural and/or treated materials may fade — avoid strong light, ultrasonic
	R	Irradiated and heated to darken color	Commonly	Fair	Special	Natural and/or treated materials may fade — avoid strong light, ultrasonic
Lapis Lazuli	E or W	Coated with colorless wax or oil to improve appearance	Commonly	Fair	Normal to Special	Avoid chemicals and ultrasonic
	D	Dyed to provide color and/or uniformity	Commonly	Variable	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
Malachite	W	Coated with colorless wax	Occasionally	Fair	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
	I	Impregnated with plastic and/or other hardened agents to improve durability and appearance	Rarely	Good	Special	Avoid chemicals and ultrasonic

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Moonstone	N	None	----	----	Normal	
Opal White, Black & Semi-Black	O	Impregnated with colorless oil, wax and resins	Rarely	Fair	Special	Avoid ultrasonic, heat and solvents
	I	Impregnated with colorless plastic to increase durability and improve appearance	Rarely	Good	Special	Avoid heat and solvents
Matrix	D	Sugar solution infilling in acid bath to darken background and enhance color play and intensity	Commonly	Good	Special	Avoid solvents and repolishing
Boulder	O	Infusion of unhardened essentially colorless substances into voids to improve appearance	Occasionally	Fair	Special	Avoid heat, chemicals, ultrasonic and repolishing
Fire Opal	N	None	----	----	Special	Avoid heat
Cat's Eye	I	Impregnated with colorless resins to give durability and improve appearance	Usually	Good	Special	Avoid heat, chemicals and ultrasonic
Hydrophane	O	Impregnated with colorless oil, wax and resins to hide crazing	Commonly	Fair	Special	Avoid heat, solvents and ultrasonic
	D	Impregnated with hardened agents to improve appearance and increase durability	Commonly	Good	Special	Avoid heat and solvents
	I	Impregnated with colorless plastic to improve appearance and increase durability	Commonly	Good	Special	Avoid heat and solvents
Pearl Natural	E or B	Bleached to improve color and appearance	Usually	Very Good	Special	Avoid cosmetics and household chemicals
	D	Dyed with or without chemical treatment combined with heat to produce gray to black	Rarely	Very Good to Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Pearl (continued) Cultured	E or B	Bleached to improve color and uniformity of white color only	Usually	Excellent	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
	D	Dyed to give rose, blue or golden overtones	Usually	Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
	D	Dyed blue, black and other colors includes use of colored nuclei	Occasionally	Variable	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
	D	Dyed all colors (freshwater)	Usually	Very Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
	R	Irradiated to produce blue, gray, black and bronze colors	Occasionally	Very Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
	D	Chemical treatment combined with heat to produce gray to black	Commonly	Very Good to Good	Special	Avoid chemicals, cosmetics and ultrasonic
Mabe "Pearl"		See Assembled Materials on page 119	- - - -	- - - -	Extra Special	Avoid household chemicals, cosmetics, abrasives and sudden shock
Peridot	E or O	Penetration of colorless oil, wax and resins into voids to improve appearance	Rarely	Good to Fair	Special	Avoid sudden temperature changes, harsh chemicals and ultrasonic
	F	Filling of surface fractures with a colorless hardened substance	Rarely	Good	Special	Avoid sudden temperature changes, harsh chemicals and ultrasonic
Rhodonite	D	Dyed to "even out color"	Occasionally	Poor	Special	Avoid chemicals and ultrasonic
Ruby	H	Heated to improve color and appearance. (residue of foreign substance is not visible under 10X magnification)	Usually	Excellent	Normal	
	D	Dyed with colored oil to improve appearance	Rarely	Poor	Special	Avoid household chemicals and ultrasonic
	F	Intentional filling of surface cavities and fractures with a foreign material, including glass, which is visible under 10X magnification	Commonly	Very Good to Fair	Special	Fracture filling in Rubies may be fragile and may fall out under extreme pressure. Avoid heat and ultrasonic

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Ruby (continued)	R	Irradiated to change color	Rarely	Unknown	Normal	For safety requirements, if neutron irradiated, refer to code letter "R" page 105
	U	Diffusion of an element or elements (with the exception of hydrogen) into the lattice of a stone during the application of heat to create artificial color or asterism. Effects may be throughout the stone or at or near the surface (1). See special instructions page 105	Occasionally	Excellent or good when effect is not near surface	Normal	
			-----	Normal or special when effect is near surface (1)	Special	Avoid repolishing or recutting when effect is near surface (1)
Sapphire	H	Heated to produce, intensify or lighten color and/or improve color uniformity and appearance	Usually	Excellent	Normal	
	U	Diffusion with an element or elements (with the exception of hydrogen) into the lattice of a stone during the application of heat to create artificial color or asterism. Effects may be throughout the stone or at or near the surface (1). Most colors may be produced. See special instructions page 105	Commonly	Good when effect is not near surface	Normal	
			-----	Normal or special when effect is near surface (1)	Special	Avoid repolishing or recutting when effect is near surface
	R	Irradiation to provide temporary intense yellow or orange color	Occasionally	Very Poor	Extra Special	Fades quickly in light or heat
Serpentine	D	Dyed various colors	Commonly	Good to Fair	Special	Dye may fade
	E or W	Impregnated with colorless wax	Commonly	Very Good to Good	Special	Avoid ultrasonic
Sodalite	D	Dyed	Rarely	Fair	Special	Dye may fade
Spinel	N	None	----	----	Normal	

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Spodumene Green	R	Irradiated to produce green color	Rarely	Poor	Extra Special	Color fades in light or heat
Yellow	R	Irradiated to produce yellow color	Rarely	Poor	Extra Special	Color fades in light or heat
Sugilite	N	None	- - - -	- - - -	Normal	
Tanzanite	E or H	Heated to produce violet-blue color	Usually	Excellent	Special	Avoid sudden temperature changes
Topaz Blue	R	Irradiated brown and often heated to produce blue color	Usually	Excellent	Normal	For safety requirements, if neutron irradiated, refer to code letter "R" page 105
Yellow/Orange	R	Irradiated to intensify color	Occasionally	Variable	Special	Avoid heat and strong light
Pink/Red	E or H	Heated chromium-bearing pinkish-brown to orange stones	Usually	Excellent	Normal	
Brown	N	None	- - - -	- - - -	Special	May fade in exposure to sunlight
Green	R	Irradiated to produce a green color	Occasionally	Poor	Extra Special	Color fades in exposure to sunlight
Green	U	Diffusion of color at or near surface (see special instructions page 105)	Usually	Good	Special	Avoid repolishing or recutting
All Colors	C	Any substance applied to the surface of the gemstone to artificially modify color and/or appearance	Commonly	Poor	Special	Avoid repolishing or recutting, steaming, chemicals or ultrasonic
Tourmaline Chrome Vanadium	N	None	- - - -	- - - -	Normal	
Cat's Eye	N	None	- - - -	- - - -	Normal	
Yellow/Orange	E or H	Heated to improve color	Rarely	Excellent	Normal	
	R	Irradiated to improve color	Rarely	Very Good	Normal	

GEMSTONE	TAG CODE	ENHANCEMENT METHOD	FREQUENCY USED	STABILITY	CARE REQUIRED	SPECIAL ADVICE
Tourmaline (continued) Green, Blue	E or H	Heated to improve color	Commonly	Excellent	Normal	
	O	The penetration of colorless oil or resins into voids to improve appearance	Occasionally	Good to Fair	Special	Avoid temperature changes, steaming, chemicals and ultrasonic
Pink, Red, Purple	E or H	Heated to improve color	Occasionally	Excellent	Normal	
	R	Irradiated to intensify color	Commonly	Good	Normal	
	O	Penetration of colorless oil or unhardened resins into voids to improve appearance	Occasionally	Good to Fair	Special	Avoid temperature changes, steaming, chemicals and ultrasonic
	D	Penetration of coloring agents into voids to improve appearance	Occasionally	Fair to Poor	Special	Avoid temperature changes, steaming, chemicals and ultrasonic
Turquoise	I	Impregnated with plastic to create or improve color and increase durability	Commonly	Good	Special	Avoid hot water and household chemicals
	W	Impregnated with colorless oil or wax to enhance or create color	Commonly	Fair to Poor	Special	Avoid hot water and household chemicals
	D	Dyed to improve color	Rarely	Poor	Extra Special	Avoid hot water and household chemicals
Zircon Green, Brown	N	None	----	----	Special	Avoid harsh abrasives
Yellow	E or H	Heated to improve color	Rarely	Good	Special	Avoid harsh abrasives
Blue and Colorless	E or H	Brownish crystals are heated to these colors	Always	Fair to Poor	Special	Avoid harsh abrasives and strong light
Red	E or H	Heated to change brownish crystals to red	Commonly	Fair to Poor	Special	Avoid harsh abrasives and strong light



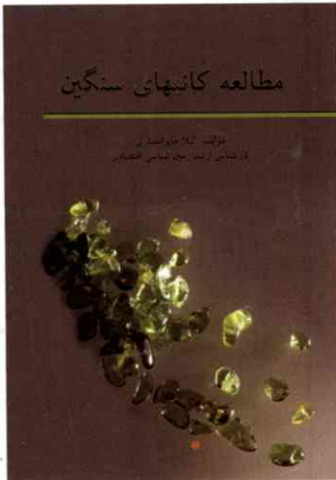




گزیده انتشارات جواهر شناسی









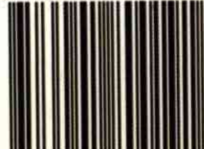
پازینه یادآور پاکی هاست



Gemology & Gem Identification



پازینه
موسسه فرهنگی انتشاراتی



ISBN:978-600-180-019-1
9 786001 800191